

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004年8月5日 (05.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/066472 A1

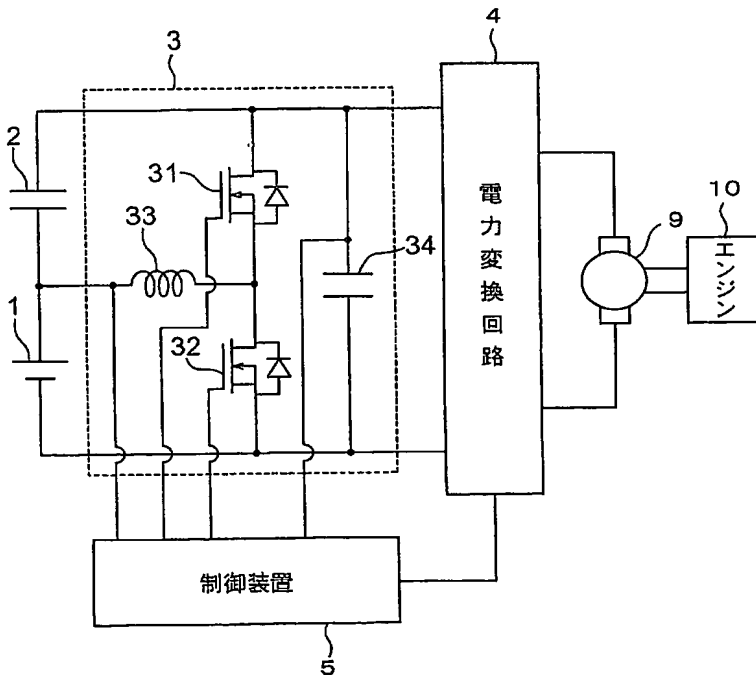
- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H02J 7/00, 7/02, F02D 29/02, 29/06, 45/00, B60L 11/18, B60T 8/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/014664
- (22) 国際出願日: 2003年11月18日 (18.11.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-015476 2003年1月24日 (24.01.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI

- KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 奥田 達也 (OKUDA, Tatsuya) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). 浦壁 隆浩 (URAKABE, Takahiro) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 曾我 道照, 外 (SOGA, Michiteru et al.); 〒100-0005 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号 国際ビルディング 8階 曾我特許事務所 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: BATTERY POWER CIRCUIT

(54) 発明の名称: バッテリ用電力回路



4...POWER CONVERSION CIRCUIT  
10...ENGINE  
5...CONTROL DEVICE

(57) Abstract: There is provided a battery power circuit capable of preventing lowering of power supply to a motor at start and obtaining a predetermined engine rpm even if an idle stop operation is performed continuously. The battery power circuit includes a battery (1) connected to a load (not depicted) as an object to which power is supplied, a series-connected power source having a capacitor group (2) connected in series, a DC/DC converter (3) for transferring power between the battery (1) and the capacitor group (2) and between the battery (1) and the load, and a control device (5) for controlling the DC/DC converter (3). The control device (5) detects voltage of the capacitor group (2). If the voltage detected is smaller than a first threshold value (for example, 4.0 V), the capacitor group (2) is charged by the DC/DC converter (3).

(57) 要約: この発明は、連続してアイドルストップ動作を行った場合でも、始動時のモータへの供給電力の低下を防止し、所定のエンジン回転数を得ることができるバッテリ用電力回路を得ることを目的としている。この発明のバッテリ用電力回路は、電力供給対象である負荷 (図示せず) が接続されるバッテリー1と、コンデンサ群2とを互いに直列に接続した直列接続電源と、

バッテリー1とコンデンサ群2との間、および、バッテリー1と負荷との間で電力を移行させるためのDC/DCコンバータ3と、DC/DCコンバータ3の制御を行う制御装置5とを備え、制御装置5は、コ

[続葉有]



(81) 指定国 (国内): CN, JP, US.

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

## バッテリー用電力回路

技術分野

この発明はバッテリー用電力回路に関し、特に、自動車等の車両に搭載されて用いられるバッテリー用電力回路に関する。

背景技術

従来のバッテリー用電力回路は、電動機の始動時および力行時の出力電力を確保しつつ、コンデンサ容量を低減するために、12Vバッテリーと直列にコンデンサ（又は小容量の高出力バッテリー）を接続し、それらのエネルギー移行のための小容量のDC/DCコンバータを付加している。このバッテリー用電力回路では、電動機の力行時にDC/DCコンバータを昇圧動作させることで、比較的小容量のコンデンサ容量（又は比較的小容量のバッテリー）で所望の出力を得ることが可能となる（例えば、特開2002-218667号公報（図3）参照。）。

従来のバッテリー用電力回路において、アイドルストップ動作（停止／始動動作）を連続して行くと、バッテリー群に直列接続されたコンデンサ群への再充電が不十分となり、インバータを介してモータへ十分な電力を供給することができなくなり、車両のモータによる所定の始動動作ができなくなるという問題点があった。所定の始動動作というのは、モータによりエンジン回転を停止状態からアイドル回転（エンジン回転で800rpm程度）域まで上げる動作のことである。

また、コンデンサの電圧不足のため、十分なモータ出力を得ることができなくなり、モータでの始動ができなくなるという問題点があった。

また、アイドルストップ動作が連続すると、コンデンサへの再充電時間が十分とれなくなるため、始動動作時のコンデンサ電圧が様々な値になり、その状態で始動動作を行うことになる。始動動作時、コンデンサ電圧に依らず一定出力でDC/DCコンバータを動作させると、コンデンサ電圧値に寄ってはバッテリー、コンデンサ、DC/DCコンバータで構成されるバッテリー駆動回路システム全体の

効率が悪くなるという問題点があった。効率の悪化はシステム全体としての発熱量の増大をまねき、特に、発熱による温度上昇によるコンデンサの寿命劣化、そして、他の機器への加熱という問題が懸念される。

また、コンデンサやバッテリーには内部抵抗が存在するため、エンジン再始動時等の大電力出力時には、内部抵抗による電圧ドロップのため、バッテリーに接続された他の車載機器に悪影響を及ぼす可能性があった。特に、コンデンサの充電電圧が低い場合やバッテリーのSOC (State Of Charge) が低い場合には、エンジン再始動に必要なバッテリー電流が増加し、バッテリー出力電圧が低下するという問題点があった。

エネルギー回生時において、電動機によって発電したエネルギーは、バッテリーとコンデンサの直列体に充電する。バッテリーとしての鉛酸蓄電池の許容出力電力密度は $100\text{W/kg} \sim 200\text{W/kg}$ 程度と低く、許容入力電力密度はさらに低い。このため、回生時の充電電流は、バッテリーの許容入力電流によって決まっていた。なお、バッテリーの許容入力電力密度は、バッテリーの電圧がほぼ一定であるので、許容入力電流に比例する。そのため、コンデンサの高速充電特性を利用できず、電動機を発電電力を制限する必要があった。

### 発明の開示

この発明は、かかる問題点を解決するためになされたものであり、連続してアイドルストップ動作を行った場合でも、始動時のモータへの供給電力の低下を防止し、所定のエンジン回転数を得るためのバッテリー用電力回路を得ることを目的とする。

また、第2の目的は、車両制動時などに電動機により発電される瞬時的な大きなエネルギーを、バッテリーへのダメージを与えることなく回生するバッテリー用電力回路を得ることである。

この発明に係るバッテリー用電力回路は、第1のエネルギー蓄積源と、上記第1のエネルギー蓄積源に直列に接続された第2のエネルギー蓄積源と、上記第1のエネルギー蓄積源と上記第2のエネルギー蓄積源との間で電力を変換するDC/DCコンバータと、上記DC/DCコンバータを制御する制御手段とを備えてい

る。

この発明の上記制御手段は、上記直列接続電源の第1および第2のエネルギー蓄積源のうち、高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源の電圧を検知し、検知した電圧が所定の第1の閾値電圧より小さい場合は上記DC/DCコンバータにより、上記高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源への充電を行うので、連続してアイドルストップ動作を行った場合でも、始動時のモータへの供給電力の低下を防止し、所定のエンジン回転数を得ることができる。

また、この発明は、車両の車軸に連結した電動機と上記直列接続された上記第1のエネルギー蓄積源および上記第2のエネルギー蓄積源との間で電力を変換する電力変換回路をさらに備え、制御手段は、上記電動機の回生電力が上記電力変換回路から上記第1のエネルギー蓄積源と上記第2のエネルギー蓄積源とに充電されるとき、上記第1のエネルギー蓄積源の入力電流が上記第1のエネルギー蓄積源の許容入力電流以下になるように上記DC/DCコンバータを制御するので、バッテリーおよびコンデンサの充電電力を増加することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本発明に係るバッテリー用電力回路の構成を示した構成図である。

図2は、本発明に係るバッテリー用電力回路に設けられたDC/DCコンバータの制御条件を決定するための計算モデルを示した説明図である。

図3は、本発明に係るバッテリー用電力回路に設けられた各DC/DCコンバータ出力におけるコンデンサ群の充電電圧と出力電圧の関係を示した説明図である。

図4は、従来のバッテリー用電力回路におけるコンデンサ初期電圧値とアイドルスタート回数（連続動作）との関係を示した説明図である。

図5は、本発明に係るバッテリー用電力回路における制御方法を示した流れ図である。

図6は、本発明に係るバッテリー用電力回路におけるバッテリー電圧とモータを所望の回転数まで上昇させることができるコンデンサの閾値電圧との関係を示した説明図である。

図7は、本発明に係るバッテリー用電力回路におけるDC/DC出力電力毎のコ

ンデンサ電圧と、バッテリーとコンデンサ群とDC/DCコンバータを1つの電力回路とみた場合のシステム効率との関係を示した説明図である。

図8は、本発明に係るバッテリー用電力回路におけるコンデンサ電圧とDC/DCコンバータの出力閾値電圧との関係を示した説明図である。

図9は、本発明の実施の形態2に係るバッテリー用電力回路の動作を示した流れ図である。

図10は、本発明の実施の形態2に係るバッテリー用電力回路におけるDC/DCコンバータ出力とバッテリー端子電圧との関係を示した説明図である。

図11は、この発明の実施の形態3に係るバッテリー用電力回路の構成を示す回路図である。

図12は、図11の制御回路の詳細なブロック図である。

図13は、図11の回生制御のフローチャートである。

図14は、図11の回生制御のフローチャートである。

図15は、図11のバッテリー用電力回路の充電する様子を示す図である。

図16は、バッテリーの許容入力電力を1kWとしたときの、コンデンサ電圧とバッテリー用電力回路の最大回生電力との関係を示す図である。

図17は、比較的短時間で大きな車両制動力が要求された時に、バッテリー用電力回路に回生する回生電力を示す。

図18は、この発明の実施の形態4に係わるバッテリー用電力回路の回生制御のフローチャートである。

図19は、この発明の実施の形態4に係わるバッテリー用電力回路の回生制御のフローチャートである。

図20は、図18および図19のフローチャートで充電する様子を示す図である。

図21は、この発明の実施の形態5に係わるバッテリー用電力回路の回生制御のフローチャートである。

図22は、この発明の実施の形態5に係わるバッテリー用電力回路の回生制御のフローチャートである。

図23は、この発明の実施の形態6に係わるバッテリー用電力回路の回生制御の

フローチャートである。

図 2 4 は、この発明の実施の形態 6 に係わるバッテリー用電力回路の回生制御のフローチャートである。

### 発明を実施するための最良の形態

#### 実施の形態 1.

図 1 は、本発明の実施の形態に係るバッテリー用電力回路の構成を示した回路図である。図示されているように、バッテリー（第 1 のバッテリー群）1 と、第 2 のバッテリー群としてのコンデンサ群 2 とが直列接続されて、直列接続電源を構成している。コンデンサ群は大容量のキャパシタであり、例えば電気二重層キャパシタやアルミ電解コンデンサ等が使用できる。図 1 には表記していないが、バッテリー 1 には車載機器等の電気負荷（図示せず、特許文献 1 参照）が接続される。なお、以下の説明においては、バッテリー 1 が、上記直列接続電源のうち、低電圧側に配置されたエネルギー蓄積源であり、コンデンサ群 2 が、上記直列接続電源のうち、高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源であるとする。3 はバッテリー 1 とコンデンサ群 2 との間に挿入された DC/DC コンバータであり、上アームスイッチとしての MOSFET（スイッチング素子）3 1、下アームスイッチとしての MOSFET（スイッチング素子）3 2、インダクタンス 3 3、平滑コンデンサ 3 4 によって構成されている。4 はバッテリー 1 とコンデンサ群 2 の直列対の両端に接続された電力変換回路で、バッテリー 1 とコンデンサ群 2 のエネルギーと、電動機（モータ）9 のエネルギーの電力変換を行っている。10 はエンジンで、電動機 9 に直結またはベルト等を介して機械的に接続されることで、エンジン 10 と電動機 9 の動力伝達が行われる。5 は DC/DC コンバータ 3 の出力指令信号を与えるための制御装置で、バッテリー 1 の端子間電圧、平滑コンデンサ 3 4 の端子間電圧、電力変換回路 4 の入力電流に応じて、MOSFET 3 1 および MOSFET 3 2 に指令信号を出力する。

なお、DC/DC コンバータ 3 の構成については、図 1 に示したものの他に、種々の方式が考えられるが、基本的にバッテリー 1 とコンデンサ群 2 間の電力電送が行えるものであれば、どの方式でもよい。また、DC/DC コンバータ 3 には

MOSFET 31, 32を使用しているが、IGBTやバイポーラトランジスタ等の半導体素子を用いるようにしても構わない。

また、図1には記載していないが、バッテリー1とコンデンサ群2には内部抵抗が存在し、バッテリー1やコンデンサ群2に大電流が流れると、その内部抵抗によって電圧ドロップが発生し、電力変換回路4には、バッテリー1とコンデンサ群2の合計電圧から各々の電圧ドロップを引いた電圧が印加される。

次に、動作について説明する。本発明は、DC/DCコンバータ3の制御方法に関するものである。以下においては、本発明についてある一つの条件を例にとって説明する。バッテリー1は出力電圧12V、内部インピーダンス8mΩである。コンデンサ群2は、耐電圧2.5V、内部インピーダンス8mΩ、容量100Fの電気二重層キャパシタを3並列4直列に接続したコンデンサブロックである。コンデンサ群2の最大電圧は10Vということになる。始動動作時、電力変換回路4には、バッテリー1の電圧12Vが加えられて最大22Vが印加されている。これは、始動時、電力変換回路4の入力電圧をバッテリー電圧以上にして、高出力化し、所定のモータ回転数（アイドル回転数、エンジン回転数で800rpm程度、モータ回転数で2000rpm程度）に達するまで、電動機9のみで上げるためである。

図2に本発明のDC/DCコンバータ3の制御条件を決めるための計算モデルを示す。始動時の動作時間は0.3秒程度と短いため、コンデンサ群2を電源と見なし、コンデンサ電圧の過渡的な変化を無視している。 $\eta$ は効率であり、DC/DCコンバータ3の出力電力0.5kW~2kWで、0.975~0.9と変化するとした。 $n$ は昇圧比、 $\Delta V$ はコンデンサ群2のコンデンサ電圧、 $r$ はコンデンサ内部抵抗、 $V$ はバッテリー1のバッテリー電圧、 $R$ はバッテリー内部抵抗である。計算モデルから得られる方程式を以下に示す。

$$V_{in} = \frac{V_{out}}{n} \quad (1)$$

$$I_{dc} = \frac{\eta}{n} I_1 \quad (2)$$

$$R(I_1 + I_2) + V_{in} = V \quad (3)$$



$$I_{out} = I_{dc} + I_2 \quad (4)$$

$$P_{dc} = I_{dc} V_{out} \quad (5)$$

$$R(I_1 + I_2) + rI_2 + V_{out} = V + \Delta V \quad (6)$$

上式を解くことにより、DC/DCコンバータ3の出力毎のコンデンサ群2の充電電圧（図中、積み上げ電圧）と出力電圧（ $V_{out}$ 、電力変換回路4入力電圧）の関係を導くことができる。出力条件は、電動機9の所定のモータ出力を得ることができる4kWである。

図3に各DC/DCコンバータ3の出力におけるコンデンサ群2の充電電圧と出力電圧の関係を示す。上記の所定の始動動作を満足するには、出力電圧（電力変換回路4の入力電圧）が10V以上必要である。なぜなら、始動動作時、モータ回転数が上がってくると、電動機9自身が発生する逆起電圧により、電圧が低いと電動機9へ電流が流せなくなり、モータ出力を得ることができなくなるためである。また、本発明の実施の形態において、DC/DCコンバータ3の最大出力電力は2kWである。図3より、積み上げ電圧4V未満においては出力電圧が10V以上得られないことがわかる。また、同図より、積み上げ電圧4VではDC/DC出力2kWが必要なこともわかる。

このように、本実施の形態において、積み上げ電圧が4V未満では所定の出力（10V以上、4kW）が得られないことがわかる。本実施の形態では、アイドル停止から再始動までの時間を利用してDC/DCコンバータ3を昇圧動作させることによりコンデンサ群2を充電するか、車両の走行時に電動機9から発電される電力を利用して充電している。そのときの充電電圧は耐圧近くの約10Vである。DC/DCコンバータ3を用いて充電する場合、充電時間は数秒程度である。しかし、停止—始動動作が連続して発生する場合、コンデンサ群2への充電時間を十分とることができなくなるため、コンデンサ電圧が徐々に低下してしまい、最終的には電圧不足になり、所定のモータ出力が得られなくなる。図4に、コンデンサ満充電状態から再充電なしに連続してアイドルストップ動作をした場合の、アイドルストップ回数とそのときのコンデンサ群2の初期電圧値の関係を示す。4kWを0.3秒間、電力変換回路4へ出力した場合の計算結果である。

このとき、DC/DCコンバータ3は、バッテリー1、コンデンサ群2、DC/DCコンバータ3で構成されるシステムが最大効率となるようにDC/DCコンバータ3の出力を制御している。この最大効率制御に関しては、後で説明する。

図4より、コンデンサ電圧はアイドルストップ動作を9回連続で行うと、9回目のコンデンサ初期充電電圧が3.2V程度となり、所定のモータ出力が得られなくなることがわかる。本発明の実施の形態では、アイドルストップ動作が連続した場合においても所定のモータ出力が得られるように、図5に示すようなエンジン10、電動機9、電力変換回路4を含めたシステムの制御を行っている。

動作について図5を用いて説明する。まず、車両が停止しエンジンを停止する場合は、コンデンサ電圧 $V_c$ を検知し（ステップS1）、その電圧が4V（第1の閾値電圧）未満か否かを判定する（ステップS2）。4V未満の場合は、アイドル状態を維持する（ステップS3）。そして、そのままアイドル状態を維持しつつ、DC/DCコンバータ3を動作させ、コンデンサ電圧 $V_c$ を昇圧して、コンデンサ電圧 $V_c$ が4V以上になるようにコンデンサ群2への充電を行う（ステップS4）。一方、ステップS2の判定において、コンデンサ電圧 $V_c$ が4V以上の場合は、エンジン10を停止させる（ステップS5）。コンデンサ電圧 $V_c$ が不十分で始動する場合は（すなわち、4V未満のとき）、エンジン10はステップS3においてアイドル状態であるから、ステップS5のアイドル停止なしに始動することになる。この制御方法により、電圧不十分による電動機9による始動不能状態への懸念が無くなり、また、電圧不足でモータ始動した場合の所定のエンジン回転数以下でのエンジン点火による有害排気物量の増大といった問題も無くなる。

また、バッテリー1の電圧を検知し、バッテリー1の電圧に応じてコンデンサ電圧の第1の閾値電圧（本実施の形態では4V）を調整する事で、アイドルストップ後のモータ始動をより確実に行う事が可能となる。以下、その制御方法について述べる。

バッテリー1はそのSOC (State Of Charge) によって、無負荷時の出力電圧 $V$ が若干変化し、12Vバッテリーであれば $\pm 1V \sim \pm 2V$ 程度の電圧変動を伴う。12Vバッテリーの電圧値が変動すると、バッテリー1の最大出力

電力も変動するため、電力変換回路 4 に所望の電力や電圧（本実施の形態では、 $4\text{ kW}/10\text{ V}$ 以上）を供給できなくなり、モータ始動不足になる可能性がある。図 6 に、バッテリー電圧とモータを所望の回転数まで上昇させる事ができるコンデンサ群 2 の閾値電圧との関係を示す。バッテリー電圧が  $12\text{ V}$  の時のコンデンサ群 2 の閾値電圧は  $4\text{ V}$  であったのに対し、バッテリー電圧が  $11\text{ V}$  に低下するとコンデンサ群 2 の閾値電圧は  $5.5\text{ V}$  に上昇する。逆に、バッテリー電圧が  $13\text{ V}$  の時のコンデンサの閾値電圧は  $2.5\text{ V}$  に低下する。このように本実施の形態では、バッテリー群 1 の SOC が高い（バッテリー電圧が高い）時にはコンデンサ電圧の第 1 の閾値電圧を低くし、バッテリー群 1 の SOC が低い（バッテリー電圧が低い）時にはコンデンサ電圧の第 1 の閾値電圧を高くする事で、アイドルストップによるエンジン再始動を確実に行う事ができる。

次に、本発明の実施の形態のもう一つの DC/DC コンバータ制御（最大効率制御）に関して説明する。上述の (1) ~ (6) 式を用いて計算した、DC/DC 出力電力毎のコンデンサ電圧（図中、積み上げ電圧）と、バッテリー群 1 とコンデンサ群 2 と DC/DC コンバータ 3 を一つの電力回路とみた場合のシステム効率の関係を図 7 に示す。出力条件は  $4\text{ kW}$  である。図からわかるように、各コンデンサ電圧条件においてシステムの最大効率が得られる DC/DC コンバータ 3 の駆動出力条件は異なり、各コンデンサ電圧において最適条件があることがわかる。コンデンサ電圧値が一定値にできない理由は上述の通りである。

最大効率が得られる条件で、アイドルストップ状態から電動機 9 によってエンジン 10 を始動動作させることのメリットは、同じ出力を得るのに効率が良い分だけ、発熱がシステムとして小さいということである。効率最大条件で電力回路を動作させることにより、発熱が最小限に抑えることが可能となり、特にコンデンサ群 2 の発熱が大幅に抑制される。コンデンサ群 2 の発熱が抑えられることにより、コンデンサ群 2 の温度上昇による寿命劣化の問題が無くなり、さらに、エンジンルームに配置される電力回路全体の発熱が抑えられることにより、他の機器への加熱という問題も小さくなる。図 7 において、例えば、積み上げ電圧  $6\text{ V}$  とした場合、DC/DC コンバータ出力  $0\text{ W}$  では瞬時発熱  $2260\text{ W}$  であるのに対して、DC/DC コンバータ 6 を  $1.5\text{ kW}$  動作させると  $1530\text{ W}$  の瞬時発

熱量に低下することがわかる。また、10Vのポイントをみると、DC/DCコンバータ6を2kW動作させると、瞬時1260W発熱するのに対して、0.5kW動作では瞬時880Wになることがわかる。

よって、本発明の実施の形態においては、コンデンサ電圧を検知しその電圧値に対応してDC/DCコンバータ3の出力電力を制御している。図8に、本実施の形態のコンデンサ電圧（図中、積み上げ電圧）とDC/DCコンバータ3の出力閾値電圧の関係を示す。図8は図7から求めている。本発明の実施の形態は、図8に示したように、コンデンサ電圧の値に応じてDC/DCコンバータ3の出力電力値を調節できるようになっているため、電力回路を最大効率になるように動作できる。

本実施の形態は、DC/DCコンバータ3の出力電力値をコントロールするため、バッテリー1からDC/DCコンバータ3への電流とバッテリー1の電圧とを検知し、出力目標電流値を制御回路8内で設定され、検知された電流値と目標電流値との比較により、スイッチング素子であるMOSFET32のゲート電圧信号のデューティ比を調節している。

第2のエネルギー蓄積源としてコンデンサ群を用いた形態について述べてきたが、このコンデンサ群をバッテリーに置き換えても同様の効果が得られることは言うまでもない。（バッテリーも放電を繰り返すと出力電圧が低下する。）

なお、上記の説明においては、上述のある条件において本発明の効果を説明したが、この場合に限らず、バッテリー、コンデンサの内部インピーダンス、DC/DCコンバータの効率が変化したら、アイドルストップ条件のコンデンサ閾値電圧（4V）、コンデンサ電圧に対応したDC/DCコンバータ出力条件は変化することは言うまでもない。

また、アイドルストップ後のモータ再始動での動作（4kWを0.3sec間出力）として説明したが、モータ再始動後のトルクアシスト（1sec程度）を行う場合においても、コンデンサエネルギーの放出により、経時的に降下するコンデンサ電圧降下に応じてDC/DCコンバータ出力を制御することで、同様の効果が得られる。トルクアシストとは、エンジンをを用いて車両を動作させる時に、モータも同時に動作させることである。

以上のように、本実施の形態においては、バッテリー 1 とコンデンサ群 2 を互いに直列に接続した直列接続電源と、バッテリー 1 およびコンデンサ群 2 間、および、バッテリー 1 と電気負荷間で、電力を移行させるための DC/DC コンバータ 3 を備え、直列接続電源のうち高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源であるコンデンサ群 2 の電圧  $V_c$  を検知し、検知した電圧  $V_c$  が所定値（第 1 の閾値電圧、ここでは 4 V とした。）より小さい場合は、DC/DC コンバータ 3 の昇圧動作によりコンデンサ群 2 の電圧を閾値電圧（第 1 の閾値電圧）以上に充電するようにしたので、常時、バッテリー用電力回路が十分な電力を出力できるようになる。

また、直列接続電源のうち高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源であるコンデンサ群 2 の電圧を検知し、検知した電圧が所定値（第 1 の閾値電圧）より小さい場合は、エンジン停止動作を行わずに、エンジン 10 の回転数をアイドル回転に維持するようにしたので、電動機 9 によるエンジン始動動作不能といったことを無くすことができる。

また、直列接続電源のうち高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源であるコンデンサ群 2 の電圧を検知し、検知した電圧が所定値（第 1 の閾値電圧）より小さい場合は、エンジン回転を維持し、DC/DC コンバータ 3 の昇圧動作によりコンデンサ電圧を閾値電圧（第 1 の閾値電圧）以上に充電した後、エンジンを停止するようにしたことにより、連続して停止/始動動作（アイドルストップ動作）を行った場合でも、始動時の電動機 9 への供給電力が十分となり、電動機 9 により所定のエンジン回転数まで上げることができ、始動時低回転域でのガソリン点火による有害排気物量の増加といったことが無くなる。また、電動機 9 によるエンジン始動動作不能といったことが無くなる。

また、第 1 のエネルギー蓄積源であるバッテリー 1 の電圧と、第 2 のエネルギー蓄積源であるコンデンサ群 2 の電圧を検知し、低電圧側に配置されたエネルギー蓄積源であるバッテリー 1 の電圧値に応じて、エンジン再始動可否の基準となるコンデンサ群 2 の閾値電圧（第 1 の閾値電圧）を調整し、バッテリー 1 の SOC が高い（バッテリー電圧が高い）時にはコンデンサの閾値電圧を低くし、バッテリー 1 の SOC が低い（バッテリー電圧が低い）時にはコンデンサ群 2 の閾値電圧を高くするようにしたので、アイドルストップによるエンジン再始動を確実に行う事がで

きる。

また、アイドルストップ状態（モータ停止状態）からモータによってエンジンを始動動作させる時、直列接続電源のうち、高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源であるコンデンサ群 2 の電圧を検知し、検知したコンデンサ電圧によって DC/DC コンバータ 3 の出力電力を変化させたことにより、バッテリー電力回路システム全体を最大効率で動作させることが可能となり、システム全体の発熱量を最小限にでき、特に、発熱による温度上昇によるコンデンサ群 2 の寿命劣化、そして、加熱といった他の機器への影響が小さくすることができる。

## 実施の形態 2.

図 9 は、本発明の実施の形態に係るバッテリー用電力回路の動作の流れを示す流れ図である。なお、本実施の形態に係るバッテリー用電力回路の構成は図 1 と同様であるため、ここでは、図 1 を参照することとして、詳細な説明は省略する。

図 9 に示すように、本実施の形態においては、まず、ステップ S 1 0 で、エンジン始動指令があると、ステップ S 1 1 で、バッテリー 1 の端子電圧  $V$  が第 2 の閾値電圧  $V_{TH2}$ （例えば、8.0 V）より大きいかな否かを判定し、大きかった場合には、ステップ S 1 2 に進み、上述の実施の形態 1 で説明した最大効率制御を行って、ステップ S 1 5 で、エンジンを始動する。このとき、最大効率制御を行いながら、所定の時間間隔でステップ S 1 1 のバッテリー 1 の端子電圧  $V$  の判定を行う。一方、ステップ S 1 1 でバッテリー 1 の端子電圧  $V$  が第 2 の閾値電圧  $V_{TH2}$ （例えば、8.0 V）以下であると判定された場合には、ステップ S 1 3 で、バッテリー電流最小制御に切り換え、ステップ S 1 4 で、車両を停止しエンジンを停止する判断条件となるコンデンサ群 2 の第 1 の閾値電圧  $V$ （本実施の形態での初期値は 4 V）を上昇させて、ステップ S 1 5 で、エンジンを始動する。

なお、ここで、上述の説明においては、ステップ S 1 3 とステップ S 1 4 とを続けて行う例について説明したが、その場合に限らず、ステップ S 1 4 の処理を行うための条件判断をステップ S 1 4 の前に行うようにしてもよい。すなわち、コンデンサ閾値電圧を上昇させるための条件として、バッテリー 1 の端子電圧  $V$  が第 3 の閾値電圧（例えば、8.0 V）より大きい場合に行うということを設定し

ておいてもよい。

なお、実施の形態 1 においても述べたが、図 1 には記載していないが、バッテリー 1 とコンデンサ群 2 には内部抵抗が存在し、バッテリー 1 やコンデンサ群 2 に大電流が流れると、その内部抵抗によって電圧降下または電圧上昇が発生する。バッテリー 1 には車載機器等の電気負荷（図示省略、特許文献 1 参照）が接続されており、バッテリー 1 の端子間電圧が極端に低下すると電気負荷に悪影響を及ぼす可能性がある。一般的に使用されている 12 V バッテリ（充電電圧は 14 V）に接続される電気負荷は、バッテリー電圧が 8 V 以上で動作保証をしている製品が多い。また、今後普及するとされている 36 V バッテリ（充電電圧は 42 V）を使用するシステムでは、バッテリー端子間電圧の最低電圧を 21 V～25 V、最高電圧を 51～55 V の範囲内に抑えるという規格が決まりつつある。このように、電気負荷がバッテリー 1 に接続される場合、バッテリー 1 の端子間電圧がある基準電圧値（公称電圧値の約 3 分の 2 程度）以下にならないように、バッテリー電流を制限する必要がある。

本実施の形態では、DC/DC コンバータ 3 の出力電力によってバッテリー電圧が変化するので、DC/DC コンバータ 3 の出力電力とバッテリー電圧との関係を求める。本発明によるバッテリー用電力回路の出力経路は、バッテリー 1 から DC/DC コンバータ 3 を介して出力する経路（以下、出力  $P_1$  と称す）と、バッテリー 1 からコンデンサ群 2 を介して出力する経路（以下、出力  $P_2$  と称す）の 2 経路が存在し、出力  $P_1$  と出力  $P_2$  の合計電力  $P_1 + P_2$  が、電力変換回路 4 に入力される電力となる。電動機 9 が発電し、バッテリー 1 やコンデンサ群 2 に充電される場合は、出力  $P_1$  と出力  $P_2$  が負の値になると考えればよい。

次に、図 2 の計算モデルを用いて、出力  $P_1$  と  $P_2$  と、その時のバッテリー 1 の出力電圧（DC/DC コンバータの入力電圧） $V_{in}$  を計算する。バッテリー 1 の無負荷端子間電圧を  $V$ 、コンデンサ群 2 の無負荷端子間電圧を  $\Delta V$ 、バッテリー 1 の内部抵抗を  $R$ 、コンデンサ群 2 の内部抵抗を  $r$ 、バッテリー 1 を流れる電流を  $I_B$ 、コンデンサ群 2 を流れる電流を  $I_2$ 、DC/DC コンバータ 3 への入力電流を  $I_1$ 、DC/DC コンバータ 3 の電力変換効率を  $\eta$  とすると、 $P_1$ 、 $P_2$  は以下の式で表される。

$$\begin{aligned}
 P_1 &= (V_{in} + \Delta V - r \times I_2) \times I_2 \\
 P_2 &= V_{in} \times I_1 \times \eta \\
 V_{in} &= V - R \times I_B \\
 I_B &= I_1 + I_2
 \end{aligned}$$

上式より、バッテリー用電力回路の出力電力がPの時に、バッテリー1を流れる電流  $I_B$  は、次式で表される。

$$\begin{aligned}
 I_B &= \frac{(V + \Delta V) + \{(1 - \eta)R + 2r\}I_1}{2(R + r)} \\
 &\quad - \frac{\sqrt{\{(V + \Delta V) - R(1 + \eta)I_1\}^2 - 4(R + r)\{P + (R \cdot I_1^2 - V \cdot I_1)\eta\}}}{2(R + r)}
 \end{aligned}$$

これより、バッテリー用電力回路の出力電力Pが一定であっても、バッテリー電流はDC/DCコンバータ3の入力電流  $I_1$  と、コンデンサ群2の無負荷端子間電圧  $\Delta V$  に依存する事が分かる。

一例として、バッテリー1の無負荷端子間電圧Vを12V、コンデンサ群2の無負荷端子間電圧  $\Delta V$  を6V、バッテリー1の内部抵抗Rを9.6m $\Omega$ （劣化等によって8m $\Omega$ から20%増加した値とした）、コンデンサ群2の内部抵抗rを10.7m $\Omega$ とし、バッテリー用電力回路が4kWを出力する時の、DC/DCコンバータ3出力とバッテリー端子電圧との関係を図10に示す。図中には、実施の形態1で述べた最大効率運転ポイントと、本実施の形態で述べたバッテリー電流最小ポイントを示している。

図10より、最大効率運転ポイントでのDC/DCコンバータ出力は1500W、バッテリー電圧は7.9Vであるのに対し、バッテリー電流最小ポイントでのバッテリー電圧は8.3Vとなり、バッテリー電圧が約5%上昇する事が分かる。このように、バッテリー電圧を検知し、バッテリー電圧が予め設定された第2の閾値電圧（例えば8.0V）以下になった場合には、最大効率制御からバッテリー電流最小制御に切り換える（図9のステップS11, S13）事で、バッテリーの出力電圧低下を抑制する事が可能となる事が分かる。



また、バッテリー電流最小制御に切り替わった場合には、車両を停止しエンジン 10 を停止する判断条件となるコンデンサ群 2 の第 1 の閾値電圧（本実施の形態での初期値は 4 V）を上昇させる（図 9 のステップ S 14）。コンデンサ群 2 の第 1 の閾値電圧は、検知されたバッテリー電圧に応じて再設定される。これにより、次の車両停止時では、エンジン停止条件であるコンデンサ群 2 の第 1 の閾値電圧は  $4\text{ V} + \alpha$  ( $\alpha > 0$ ) となり、バッテリー 1 の出力電圧低下を防止する事ができる。

このような制御を行う事で、バッテリー 1 やコンデンサ群 2 の劣化等によってバッテリー 1 やコンデンサ群 2 の内部抵抗が上昇し、バッテリー能力やコンデンサ能力が低下した場合でも、所定電力出力時のバッテリー 1 の出力電圧低下を抑制できるため、バッテリー 1 に接続された他の車載機器への悪影響を及ぼすことなく、確実にエンジン 10 の始動動作を行う事ができる。

なお、本実施の形態では、最大効率制御からバッテリー電流最小制御に切り替わるための条件（第 2 の閾値電圧）と、コンデンサ閾値電圧を上昇させるための条件（第 3 の閾値電圧）とを 8.0 V という同じ値としているが、これに限らず、第 2 の閾値電圧と第 3 の閾値電圧を異なる値にしても同様の効果が得られるのは言うまでもない。

以上のように、本実施の形態においては、上述の実施の形態 1 と同様に、バッテリー 1 とコンデンサ群 2 を互いに直列に接続した直列接続電源と、バッテリー 1 およびコンデンサ群 2 間、および、バッテリー 1 と電気負荷間で、電力を移行させるための DC/DC コンバータ 3 を備え、直列接続電源のうち高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源であるコンデンサ群 2 の電圧  $V_c$  を検知し、検知した電圧  $V_c$  が所定値（第 1 の閾値電圧、ここでは 4 V とした。）より小さい場合は、DC/DC コンバータ 3 の昇圧動作によりコンデンサ群 2 の電圧を閾値電圧（第 1 の閾値電圧）以上に充電するようにしたので、常時、バッテリー用電力回路が十分な電力を出力できるようになる。

また、実施の形態 1 と同様に、直列接続電源のうち高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源であるコンデンサ群 2 の電圧を検知し、検知した電圧が所定値（第 1 の閾値電圧）より小さい場合は、エンジン停止動作を行わずに、エンジン 10

の回転数をアイドル回転に維持するようにしたので、電動機 9 によるエンジン始動動作不能といったことを無くすることができる。

また、実施の形態 1 と同様に、直列接続電源のうち高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源であるコンデンサ群 2 の電圧を検知し、検知した電圧が所定値（第 1 の閾値電圧）より小さい場合は、エンジン回転を維持し、DC/DC コンバータ 3 の昇圧動作によりコンデンサ電圧を閾値電圧（第 1 の閾値電圧）以上に充電した後、エンジンを停止するようにしたことにより、連続して停止／始動動作（アイドルストップ動作）を行った場合でも、始動時の電動機 9 への供給電力が十分となり、電動機 9 により所定のエンジン回転数まで上げることができ、始動時低回転域でのガソリン点火による有害排気物量の増加といったことが無くなる。また、電動機 9 によるエンジン始動動作不能といったことが無くなる。

さらに、本実施の形態においては、第 1 のエネルギー蓄積源であるバッテリー 1 の電圧値を検知し、エンジン 10 の再始動時等の大電力出力時にバッテリー電圧があらかじめ設定された基準電圧値（第 2 の閾値電圧）よりも低下した場合に、バッテリー電流が最小となるように DC/DC コンバータ 3 を制御するようにしたので、バッテリー 1 の内部抵抗による電圧ドロップを抑制し、バッテリー 1 に接続された他の車載機器への悪影響をなくす事ができる。

また、第 1 のエネルギー蓄積源であるバッテリー 1 の電圧値を検知し、バッテリー電圧があらかじめ設定された閾値電圧値（第 3 の閾値電圧）よりも低下した場合、第 1 の閾値電圧を上昇させて次回からのアイドルストップ条件に反映させるようにしたので、モータ始動時のバッテリー電圧低下を抑制する事ができ、バッテリー 1 に接続された他の車載機器への悪影響をなくす事ができる。

### 実施の形態 3.

図 1 1 は、この発明の実施の形態 3 に係るバッテリー用電力回路の構成を示す回路図である。図 1 2 は、図 1 1 の制御装置の詳細なブロック図である。図 1 3 および図 1 4 は、図 1 1 における回生制御のフローチャートである。図 1 5 は、図 1 1 のバッテリー用電力回路の充電する様子を示す図である。

図 1 1 に示すように、バッテリー用電力回路は、第 1 のエネルギー蓄積源として

のバッテリー 1 と、そのバッテリー 1 と直列に接続し、許容入力電流がバッテリー 1 の許容入力電流より大きな第 2 のエネルギー蓄積源としてのコンデンサ 2 と、バッテリー 1 とコンデンサ 2 との間に挿入した DC/DC コンバータ 3 と、バッテリー 1 とコンデンサ 2 の直列体の両端に接続された電力変換回路 4 と、DC/DC コンバータ 3 と電力変換回路 4 とを制御する制御装置 5 とを有している。

バッテリー 1 は、定格電圧 12 V、等価直列抵抗 8 mΩ の鉛酸蓄電池である。バッテリー 1 は、許容入力電力  $P_{BMAX}$  (W) の特性を有している。バッテリー 1 を大電力で急速充電を行うとバッテリーが劣化してしまうため、バッテリー 1 にはバッテリー温度および SOC (State Of Charge) に応じた許容入力電力  $P_{BMAX}$  を設定している。バッテリー 1 の電圧は大幅には変化しないので、許容入力電力  $P_{BMAX}$  の代わりに、許容入力電流  $I_{BMAX}$  を設定している。鉛酸蓄電池の許容入力電力  $P_{BMAX}$  は、重量当たり 100 W/kg 位である。

コンデンサ 2 は、静電容量の大きな電気二重層コンデンサまたはアルミ電解コンデンサ等である。コンデンサ 2 の許容入力電力  $P_{CMAX}$  (W) は、鉛酸蓄電池に比べて大きく、重量当たり 1000 W/kg 位である。この実施の形態 3 においては、コンデンサ 2 として、許容印加電圧 ( $V_{CMAX}$ ) 2.5 V、等価直列抵抗 ( $r$ ) 8 mΩ、静電容量 ( $C$ ) 100 F の電気二重層コンデンサを 3 並列 15 直列に接続したコンデンサブロックを用いている。コンデンサ 2 の許容印加電圧は、37.5 V である。

DC/DC コンバータ 3 は、上アームスイッチとしての上アームスイッチング素子 6 a、下アームスイッチとしての下アームスイッチング素子 6 b、チョークコイルインダクタ 7、平滑コンデンサ 8 を有している。この DC/DC コンバータ 3 は、双方向の昇降圧直流チョップ回路を構成し、バッテリー 1 とコンデンサ 2 との間で電力を変換する。スイッチング素子 6 a、6 b は、MOSFET で構成している。

この DC/DC コンバータ 3 は、以下のように制御されて電力変換する。この説明では、バッテリー 1 からコンデンサ 2 に向けた電力変換（以下、昇圧モード DC/DC コンバータ作動と称す。）を例に取り上げている。

上アームスイッチング素子 6 a を OFF し、下アームスイッチング素子 6 b を

ONしてバッテリー1から電流をチョークコイルインダクタ7に流す。次に、下アームスイッチング素子6bをOFFし、同時に上アームスイッチング素子6aをONして、チョークコイルインダクタ7に流れた電流を上アームスイッチング素子6aを介してコンデンサ2の端子間に印加する。この操作を繰り返すことにより、バッテリー1の電力をコンデンサ2に供給する。DC/DCコンバータ3の出力電流は、上アームスイッチング素子6aと下アームスイッチング素子6bのON時間の比率を変えることにより変化できる。

コンデンサ2からバッテリー1に向けた電力変換（以下、降圧モードDC/DCコンバータ作動と称す。）は上述の説明の反対の操作を行うことにより行うことができる。

スイッチング素子としてのMOSFETは、そのゲートON/OFFの信号を入力することによりスイッチングする。

電力変換回路4は、バッテリー1およびコンデンサ2の直列体と電動機9との間の電力変換を行っている。電動機9は、エンジン10に連結した車軸27に接続されている。始動時にはバッテリー1およびコンデンサ2の電力を電力変換回路4によって交流に変換し、電動機9をモータとして車軸27を回転する。制動時には、発電機としての電動機9から発電される交流電力を電力変換回路4によって直流に変換し、バッテリー1およびコンデンサ2に充電する。この交流電力は、車軸27の回転に対して制動力として働く。車軸27には、車軸27の回転を制動するブレーキ機構26を有している。ブレーキ機構26には、制御装置5からの指令で車軸27の回転を機械的に制動する図示しない機械ブレーキを有している。

さらに、車両のスピードを減速する制動指令を発する制動指令装置としてのブレーキペダル28を有し、制動指令は、ブレーキ力PFとして制御装置に入力される。

制御装置5は、図12に示すようにDC/DCコンバータ制御部11を有する。DC/DCコンバータ制御部11は、入力電流算出手段13、回生可能電力算出手段14、許容入力電流算出手段15、DC/DCコンバータ制御手段16、機械ブレーキ制御手段18を有している。制御装置5は、CPU、RAM、ROM、インターフェース回路を備えたマイクロコンピュータによって構成されている。

バッテリー用電力回路は、図 1 1 に示すようにさらにバッテリー 1 の端子電圧  $V_B$  を計測する第 1 の電圧計としてのバッテリー電圧計 2 0、コンデンサ 2 の端子電圧  $V_C$  を計測する第 2 の電圧計としてのコンデンサ電圧計 2 1、バッテリー 1 の温度  $T_B$  を計測する温度計 2 4、車速  $S_v$  を計測する車速センサー 2 5 を有している。

車載機器等の電気負荷 2 2 は、バッテリー 1 に接続されている。

次に、図 1 2 に示したバッテリー用電力回路の制御装置 5 の構成に付いて説明する。

入力電流算出手段 1 3 は、車速センサー 2 5 からの車速  $S_v$  ( $\text{km/h}$ ) とブレーキペダル 2 8 からのブレーキ力  $P_F$  (N) とから回生エネルギー  $P_G$  (W) を算出する。回生エネルギー  $P_G$  は、車速  $S_v$  の車両を所定のブレーキ力  $P_F$  で制動するために必要な制動エネルギーを電気量として換算した値である。さらに、バッテリー 1 の端子電圧  $V_B$  とコンデンサ 2 の端子電圧  $V_C$  と回生エネルギー  $P_G$  とから入力電流  $I$  (A) を求める。

一方、回生可能電力算出手段 1 4 は、バッテリー 1 の端子電圧  $V_B$  (V) からバッテリー 1 の SOC (%) を算出する。バッテリー SOC は、バッテリー 1 の端子電圧  $V_B$  に対応する値であり、その値はテーブルデータとして回生可能電力算出手段 1 4 に記憶されている。

さらに、バッテリー SOC からバッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}$  (W) を算出する。バッテリー温度  $T_B$  の高いとき、バッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}$  は小さくなり、また、バッテリー SOC の大きいとき、バッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}$  は小さくなる。

さらに、バッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}$  から最大回生電力  $P_{INVMAX}$  (0) (W) を算出する。

さらに、バッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}$  および予め設定した DC/DC コンバータ最大出力  $P_{DMAX}$  (W) とから DC/DC コンバータ 3 を最大に動作して電力変換するときの最大回生電力  $P_{INVMAX}$  (100) (W) を算出する。

許容入力電流算出手段 1 5 は、バッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}$  とバッテリー 1 の端子電圧  $V_B$  とからバッテリー 1 の許容入力電流  $I_{BMAX}$  (A) を求める。

DC/DC コンバータ制御手段 1 6 は、回生エネルギー  $P_G$  が最大回生電力  $P$

$I_{INVMAX}(0)$  より大きいとき、回生電力  $P_{INVMAX}(0)$ 、バッテリー電圧  $V_B$ 、コンデンサ電圧  $V_C$  およびバッテリー最大電流  $I_{BMAX}$  から DC/DC コンバータ操作量  $P_D$  を算出する。

さらに、DC/DC コンバータ操作量  $P_D$  から昇降圧比  $n$  を求める。この際、バッテリー 1 の電流  $I_{B*}$  とすると、DC/DC コンバータ 3 のバッテリー 1 からコンデンサ 2 へ変換した電力  $P_D$  (W) は、 $P_D = V_D \times (I_C - I_B)$  である。 $V_D = P_D / (I_C - I_B)$  を求め、昇降圧比  $n = V_D / V_B$  を求める。

さらに、昇降圧比  $n$  になるようにスイッチング手段のオンオフの周期を求め、DC/DC コンバータを作動する。

このように、DC/DC コンバータ制御手段 16 は、この場合、バッテリー 1 からコンデンサ 2 に電力変換する。

DC/DC コンバータ制御手段 16 は、回生エネルギー  $P_G$  が最大回生電力  $P_{INVMAX}(0)$  以下のとき、回生電力  $P_{INVMAX}(0)$ 、バッテリー電圧  $V_B$ 、コンデンサ電圧  $V_C$  およびバッテリー最大電流  $I_{BMAX}$  から DC/DC コンバータ操作量  $P_D$  を算出する。

DC/DC コンバータ制御手段 16 は、この場合、コンデンサ 2 からバッテリー 1 に電力変換する。

機械ブレーキ制御手段 18 は、回生エネルギー  $P_G$  と最大回生電力  $P_{INVMAX}(100)$  とを比較し、回生エネルギー  $P_G$  が大きいとき、回生エネルギー  $P_G$  と最大回生電力  $P_{INVMAX}(100)$  との差分  $\Delta P_A$  を求め、その差分  $\Delta P_A$  を機械ブレーキ操作量  $M_F$  に変換する。

さらに、この機械ブレーキ操作量  $M_F$  に基づいて機械ブレーキを作動して車両を制動する。

次に、図 13 および図 14 を参照してバッテリー用電力回路の回生制御の手順について説明する。

ステップ (以下、S と略す。) 101 で、入力電流算出手段 13 は、車速センサー 25 の車速  $S_v$  (km/Hr) を入手し、車速  $S_v$  がゼロかどうか判断する。車速がゼロのとき車両が停止しているので、回生制御は終了する。車速がゼロでないとき、S102 へ進む。

S 1 0 2 で、入力電流算出手段 1 3 は、ブレーキペダル 2 8 からブレーキ力 P F (N) を入手し、制動指令が発せられているかどうか判断する。ブレーキ力がゼロのとき、制動を掛けようとしていないために、回生エネルギーは発生しないので、回生制御は終了する。制動指令は発せられているときは、S 1 0 3 へ進む。

S 1 0 3 で、入力電流算出手段 1 3 は、車速 S v とブレーキ力 P F とから回生エネルギー P G (W) を算出する。この回生エネルギー P G、バッテリー端子電圧 V B (V)、コンデンサ端子電圧 V C (V) から入力電流 I (A) を求める。

S 1 0 4 で、許容入力電流算出手段 1 5 は、バッテリー端子電圧 V B (V) から、バッテリーの S O C (%) を算出する。

S 1 0 5 で、許容入力電流算出手段 1 5 は、バッテリー温度 T B (°C) とバッテリーの S O C とから、バッテリー許容入力電力 P B M A X (W) を算出する。バッテリー許容入力電力 P B M A X とバッテリー端子電圧 V B とから、バッテリー許容入力電流 I B M A X (A) を算出する。

S 1 0 6 で、回生可能電力算出手段 1 4 は、入力電流 I とバッテリー許容入力電流 I B M A X とを比較する。入力電流 I が許容入力電流 I B M A X より大きいときは、S 1 0 7 へ進む。入力電流 I が許容入力電流 I B M A X 以下のときは、回生制御は終了する。

S 1 0 7 で、回生可能電力算出手段 1 4 は、バッテリー許容入力電流 I B M A X とコンデンサ端子電圧 V C とから、コンデンサ入力電力 P C (I B M A X) を求める。バッテリー許容入力電力 P B M A X とコンデンサ入力電力 P C (I B M A X) とから、D C / D C コンバータを駆動しないときの最大回生電力 P I N V M A X (0) を算出する。

S 1 0 8 で、回生可能電力算出手段 1 4 は、バッテリー許容入力電力 P B M A X とあらかじめ設定した D C / D C コンバータの最大駆動電力 P D M A X とバッテリーの端子電圧 V B とコンデンサの端子電圧 V C とから、補強最大回生電力 P I N V M A X (100) を数 1 から求める。

$$P_{INVMAX}(100) = \frac{V_B + V_C}{V_B} P_{BMAX} + \frac{V_C}{V_B} P_{DMAX}$$

S109で、DC/DCコンバータ制御手段16は、回生エネルギーPGと補強最大回生電力PINVMAX(100)とを比較する。回生エネルギーPGが補強最大回生電力PINVMAX(100)より大きいとき、S110へ進む。回生エネルギーPGが補強最大回生電力PINVMAX(100)以下のとき、S113へ進む。

S110で、DC/DCコンバータ制御手段16は、補強最大回生電力PINVMAX(100)を回生操作量PINVと設定する。同時に、機械ブレーキ制御手段18は、回生エネルギーPGと補強最大回生電力PINVMAX(100)との差分ΔPAを求める。

S111で、機械ブレーキ制御手段18は、差分ΔPAから、機械ブレーキ操作量MFを求める。

S112で、機械ブレーキ制御手段18は、機械ブレーキ操作量MFに基づいてブレーキ機構26を作動して、車両にブレーキ制動を加え、S114へ進む。

S113で、DC/DCコンバータ制御手段16は、回生エネルギーPGを回生操作量PINVに設定し、S114に進む。

S114で、DC/DCコンバータ制御手段16は、回生操作量PINVとバッテリー許容入力電力IBMAXとバッテリーの端子電圧VBとコンデンサの端子電圧VCとから数2に基づいてDC/DCコンバータ変換電力PDを求める。

$$P_D = \frac{V_B}{V_C} \{P_{INV} - (V_B + V_C) I_{BMAX}\}$$

S115で、DC/DCコンバータ制御手段16は、DC/DCコンバータ変換電力PDから、DC/DCコンバータ出力電圧VOUTを求める。

S116で、DC/DCコンバータ制御手段16は、DC/DCコンバータ出力電圧VOUTとコンデンサ許容印加電圧VCMAXとを比較する。そのDC/DCコンバータ出力電圧がコンデンサ許容印加電圧VCMAXより低いときはS117へ進む。また、そのDC/DCコンバータ出力電圧がコンデンサ許容印加電圧VCMAX以上のときは、S118へ進む。



S 1 1 7で、DC/DCコンバータ制御手段16は、コンバータ出力電圧 $V_{OUT}$ とバッテリー電圧とから昇降圧比 $n$ を求める。

S 1 1 8で、DC/DCコンバータ制御手段16は、コンデンサ許容印加電圧 $V_{C_{MAX}}$ とバッテリー電圧 $V_B$ とから昇降圧比 $n$ を求める。

S 1 1 9で、DC/DCコンバータ制御手段16は、DC/DCコンバータを駆動してバッテリーからコンデンサに電力を変換して、コンデンサに充電を行う。

(この方向のDC/DCコンバータの電力変換を昇圧モードDC/DCコンバータ作動と称す。) S 1 0 1へ戻る。

次に、図15を参照して車両に制動を掛けながら充電する様子を説明する。図15に示した車両制動力は、例えば、車両がある速度からほぼ一定加速度で減速する時に発生するものである。

区間Aでは、上述したようにDC/DCコンバータを最大出力で昇圧モード作動させることで、補強回生電力を増加させており、コンデンサの電圧上昇に応じて回生電力は増加する。この時、バッテリー用電力回路で回生しきれない分は機械ブレーキによって消費する。

区間Bでは、補強回生電力が車両制動による回生エネルギーよりも大きくなると、機械ブレーキは動作せず、車両制動力は全て電動機の発電電力に変換され、全ての運動エネルギーを回生する事が可能となる。この時、DC/DCコンバータは、バッテリーへの充電電力が許容入力電力 $P_{B_{MAX}}$ となるように出力制御される。

区間Cでは、DC/DCコンバータの出力はゼロとなる。バッテリーやコンデンサへの充電電力は、バッテリーとコンデンサの電圧比に応じて変化する。

このようなバッテリー用電力回路を用いた回生電力の増加について図16を参照して説明する。図16は、バッテリー1の許容入力電力 $P_{B_{MAX}}$ を1kWとした時に、コンデンサ電圧 $V_C$ とバッテリー用電力回路の最大回生電力 $P_{INV}$ との関係を示す。

例えば、DC/DCコンバータ3を1kWで動作させた場合の回生電力は、DC/DCコンバータ3を動作させない時に比べ、コンデンサ電圧 $V_C$ がバッテリー電圧 $V_B$ と等しいとき1.5倍、コンデンサ電圧 $V_C$ がバッテリー電圧 $V_B$ の3倍

のとき 1.75 倍になる。

また、DC/DCコンバータ 3 を 2 kW で動作させた場合の回生電力は、コンデンサ電圧  $V_C$  がバッテリー電圧  $V_B$  と等しいとき 2 倍、コンデンサ電圧  $V_C$  がバッテリー電圧  $V_B$  の 3 倍のとき 2.5 倍になる。

このように、DC/DCコンバータ出力を大きくするほど、バッテリー用電力回路の回生電力は上昇する。これより、エネルギー回生時にバッテリーからコンデンサに DC/DCコンバータ 3 を介して電力を変換することにより、バッテリー用電力回路の回生電力は大きくなる。

図 17 は、比較的短時間で大きな車両制動力が要求された時に、バッテリー用電力回路に回生する回生電力を示す。DC/DCコンバータ 3 を動作させない場合のコンデンサの充電電流は、バッテリーの許容充電電流によって決まっているため、コンデンサへの充電電力を上げる事ができず、バッテリー用電力回路に回生できるエネルギー量がそれほど大きくなならない。これに対して、バッテリー 1 からコンデンサ 2 に DC/DCコンバータ 3 を介して電力を変換すると、コンデンサ 2 への充電電力が増加するため、バッテリー用電力回路への回生電力を上げる事が可能となる。時間と共にコンデンサ充電電力が増加するのは、コンデンサが充電されると電圧が上昇するので、それに応じてコンデンサへの許容入力電力が増加するためである。

この発明のバッテリー用電力回路は、自動車の制動時に入力電力密度がバッテリーより大きなコンデンサにバッテリーから DC/DCコンバータを介して電力を変換するので、バッテリーおよびコンデンサの充電電力を増加することができる。

さらに、バッテリーの許容入力電力以下で充電するので、バッテリーの過電力での充電を防止し、バッテリーの寿命を延ばすことができる。

さらに、コンデンサの許容印加電圧以下の条件で充電するので、過電圧によるコンデンサの劣化を防止し、コンデンサの寿命を延ばすことができる。

バッテリー用電力回路は、第 1 のエネルギー蓄積源の許容入力電力と第 2 のエネルギー蓄積源の許容入力電力とを加算した電力以下に電動機の発電電力を制御するので、車両減速時の制動エネルギーを効率よく回生し、車両の燃費を向上することができる。

なお、DC/DCコンバータ3の構成については、図11に示したものの他に、種々の方式を考えられるが、基本的にバッテリー1とコンデンサ2間の電力伝送を行うものであれば、どの方式でもよい。また、DC/DCコンバータ3のスイッチング素子は、MOSFETを使用しているが、IGBTまたはバイポーラトランジスタ等の半導体素子を用いるようにしても構わない。

なお、実施の形態3では、電気二重層コンデンサを第2のエネルギー蓄積源として用いたが、アルミ電解コンデンサでも同様な効果が得られる。

また、第1のエネルギー蓄積源として鉛酸蓄電池を用いたときは、第2のエネルギー蓄積源として許容入力電力の大きなバッテリーを用いても同様に回生電力を増加することができる。例えば、ニッケルカドミウムバッテリー、ニッケル水素バッテリーまたはリチウムイオンバッテリーを用いてもよい。

#### 実施の形態4.

図18および図19は、この発明の実施の形態4に係わるバッテリー用電力回路の回生制御のフローチャートである。この実施の形態4のバッテリー用電力回路の構成は、図11および図12と同様である。図18および図19のフローチャートは、図13および図14のフローチャートに新たなステップS201～S203を追加したものであり、その他は同様である。

S106で入力電流Iがバッテリー許容入力電流IBMAXより大きいとき、S107へ進む。一方、入力電流Iがバッテリー許容入力電流IBMAX以下のとき、S201へ進む。

S201で、DC/DCコンバータ制御手段16は、S107と同様に最大回生電力PINVMAX(0)を求める。

S202で、DC/DCコンバータ制御手段16は、最大回生電力PINVMAX(0)と回生エネルギーPGとの差分 $\Delta PB$ を求める。

S203で、DC/DCコンバータ制御手段16は、差分 $\Delta PB$ に基づいて、DC/DCコンバータを駆動してコンデンサからバッテリーに電力変換して、バッテリーに充電する。(この方向のDC/DCコンバータの電力変換を降圧モードDC/DCコンバータ作動と称す。)

次に、図 20 を参照して車両に制動を掛けながら充電する様子を説明する。図 20 に示した車両制動力は、例えば、車両がある速度からほぼ一定加速度で減速する時に発生するものである。

区間 A と B は図 15 と同様である。区間 C において、バッテリーへの入力電流が許容入力電力  $I_{BMAX}$  となるように、コンデンサからバッテリーに DC/DC コンバータを降圧モード作動して電力変換する。区間 D では、コンデンサに蓄えられるエネルギーは増加しない。すなわち、図 15 と比較すると、 $\Delta E_c$  だけコンデンサに蓄えられるエネルギーは少ない。

この降圧モード作動により、DC/DC コンバータを降圧モード作動させない図 15 と比べ、バッテリー用電力回路への回生エネルギー量は同じであるにも関わらず、コンデンサへの充電エネルギー量を低減する事が可能となる。その結果、コンデンサ容量を低減する事ができ、低コスト化が可能となる。

この発明のバッテリー用電力回路は、バッテリーへの入力電力が許容入力電力以下となると、DC/DC コンバータを介してコンデンサからバッテリーへ電力を伝送するので、小さな容量のコンデンサを使用することができる。

#### 実施の形態 5.

図 21 および図 22 は、この発明の実施の形態 5 に係わるバッテリー用電力回路の回生制御のフローチャートである。この実施の形態 5 のバッテリー用電力回路の構成は、図 11 および図 12 と同様である。図 21 および図 22 のフローチャートは図 18 および図 19 のフローチャートと一部分異なっているがその他は同様である。S301～S304 および S307～S322 は図 18 および図 19 の S101～S104 および S107～S119、S201～S203 と同様である。異なっているステップは、S305 と S306 である。

S305 では、入力電流算出手段 1 バッテリー温度  $T_B$  (°C) とバッテリーの SOC とから、バッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}$  (W) を算出する。そのバッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}$  に所定値を求めるための係数  $m$  (例えば、 $m$  は 0.5) を掛けて所定値としてバッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}(m)$  を求める。さらに、このバッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}(m)$  とバッテリー端子電圧  $V_B$  とからバッ

テリ許容入力電流  $I_{BMAX}$  (m) を求める。バッテリー許容入力電流  $P_{BMAX}$  (m) は、実施の形態 3 のバッテリー許容入力電力  $P_{BMAX}$  と同様に S 3 0 7 以降に用いられる。

また、S 3 0 6 で、入力電流  $I$  とバッテリー許容入力電流  $I_{BMAX}$  (m) とを比較する。入力電流  $I$  が許容入力電流  $I_{BMAX}$  (m) より大きいときは、S 3 0 7 へ進む。入力電流  $I$  が許容入力電流  $I_{BMAX}$  (m) 以下のときは、S 3 2 0 へ進む。

このようなバッテリー用電力回路は、バッテリー許容入力電力より小さな所定値に調整されているので、入力電力に余裕がある。瞬時的な回生電力が入力されても、余裕があるので瞬時的に大きな電力が入力されての充電することができる。また、寿命の劣化の少ない電力に所定値を合わせてあるので、第 1 のエネルギー蓄積源の劣化はすくない。

なお、実施の形態 5 では所定値を求めるための係数として 0. 5 を設定しているが、0. 3 から 0. 8 の間の値であれば同様な効果が得られる。

#### 実施の形態 6 .

図 2 3 および図 2 4 は、この発明の実施の形態 6 に係わるバッテリー用電力回路の回生制御のフローチャートである。この実施の形態 6 のバッテリー用電力回路の構成は、図 1 1 および図 1 2 と同様である。図 2 3 および図 2 4 のフローチャートは、図 1 8 および図 1 9 のフローチャートに新たなステップを追加したものであり、その他は同様である。

図 1 8 および図 1 9 のフローチャートでは、車速  $S_v$  がゼロまたはブレーキ力  $P_F$  がゼロのとき回生制御を終了している。一方、図 2 3 および図 2 4 では、S 1 0 1 で車速  $S_v$  がゼロのとき、または S 1 0 2 でブレーキ力  $P_F$  がゼロのとき、S 4 0 1 に進む。S 4 0 1 で、バッテリー端子電圧  $V_B$  (V) からバッテリーの SOC (%) を求める。S 4 0 2 で、バッテリーの SOC があらかじめ設定された閾値 10 % 以下かどうか判断し、10 % 以下のとき S 4 0 3 へ進む。バッテリーの SOC が 10 % を超えているときは、回生制御を終了する。S 4 0 3 で、DC/DC コンバータを駆動してコンデンサからバッテリーに電力変換して、バッテリーに充電

する。（この方向にDC/DCコンバータの電力変換を降りDC/DCコンバータ作動と称す。）

このようなバッテリー用電力回路は、バッテリーのSOCがあらかじめ設定された閾値、すなわち許容SOCの下限值付近に達した場合、コンデンサからバッテリーに充電するので、バッテリーのSOCが極端に低下して過放電状態を継続することがなく、バッテリーの寿命は長くなる。

なお、実施の形態6ではSOCを閾値10%以下になったとき、コンデンサからバッテリーに充電しているが、閾値としては5%から20%位を設定しても同様な効果が得られる。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明にかかるバッテリー用電力回路は、内燃機関と電動機とを合わせもったハイブリッド自動車などに利用可能であり、制動エネルギーを電気ブレーキでより多く回生し、エネルギー蓄積源に蓄えられるので、燃費が向上する。

## 請 求 の 範 囲

1. 第1のエネルギー蓄積源と、  
上記第1のエネルギー蓄積源に直列に接続された第2のエネルギー蓄積源と、  
上記第1のエネルギー蓄積源と上記第2のエネルギー蓄積源との間で電力を変換するDC/DCコンバータと、  
上記DC/DCコンバータを制御する制御手段と  
を備えたバッテリー用電力回路であって、  
上記制御手段は、  
上記直列接続電源の第1および第2のエネルギー蓄積源のうち、高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源の電圧を検知し、  
検知した電圧が所定の第1の閾値電圧より小さい場合は上記DC/DCコンバータにより、上記高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源への充電を行う  
ことを特徴とするバッテリー用電力回路。
2. 上記制御手段は、上記高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源の電圧を検知し、検知した電圧が上記第1の閾値電圧より小さい場合は、エンジン回転を維持して、エンジン停止動作を行わないことを特徴とする請求項1に記載のバッテリー用電力回路。
3. 上記制御手段は、上記高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源の電圧を検知し、検知した電圧が上記第1の閾値電圧より小さい場合は、エンジン回転を維持して、上記DC/DCコンバータにより上記高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源への充電を行い、検知した電圧が上記第1の閾値電圧よりも大きい場合は、エンジンを停止させることを特徴とする請求項1に記載のバッテリー用電力回路。
4. 上記制御手段は、上記第1のエネルギー蓄積源の電圧と、上記第2のエネルギー蓄積源の電圧とを検知し、それらのうち低電圧側に配置されたエネルギー

蓄積源の電圧値に応じて、上記第 1 の閾値電圧の値を調整することを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のバッテリー用電力回路。

5. 第 1 のエネルギー蓄積源と、  
上記第 1 のエネルギー蓄積源に直列に接続された第 2 のエネルギー蓄積源と、  
上記第 1 のエネルギー蓄積源と上記第 2 のエネルギー蓄積源との間で電力を変換する DC/DC コンバータと、  
上記 DC/DC コンバータを制御する制御手段と  
を備え、電力変換回路を介して電動機に接続されるバッテリー用電力回路であって、  
上記制御手段は、  
停止状態の電動機を始動するときに、  
上記直列接続電源の第 1 および第 2 のエネルギー蓄積源のうち、高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源の電圧を検知し、  
検知した電圧値に応じて上記 DC/DC コンバータの出力電力を調節することを特徴とするバッテリー用電力回路。

6. 上記制御手段は、上記直列接続電源の第 1 および第 2 のエネルギー蓄積源のうち、低電圧側に配置されたエネルギー蓄積源の電圧を検知し、上記電圧値が予め設定された所定の第 2 の閾値電圧以下である場合に、上記低電圧側に配置されたエネルギー蓄積源の電流が最小となるように上記 DC/DC コンバータ出力を制御することを特徴とする請求項 5 に記載のバッテリー用電力回路。

7. 上記制御手段は、上記低電圧側に配置されたエネルギー蓄積源の電圧値を検知し、上記電圧値が所定の第 3 の閾値電圧以下である場合に、上記第 1 の閾値電圧の値を上昇させることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のバッテリー用電力回路。

8. 第 1 のエネルギー蓄積源と、



上記第 1 のエネルギー蓄積源に直列に接続し、上記第 1 のエネルギー蓄積源より許容入力電流の大きな第 2 のエネルギー蓄積源と、

車両の車軸に連結した電動機と上記直列接続された上記第 1 のエネルギー蓄積源および上記第 2 のエネルギー蓄積源との間で電力を変換する電力変換回路と、

上記第 1 のエネルギー蓄積源と上記第 2 のエネルギー蓄積源との間で電力を変換する DC/DC コンバータと、

上記 DC/DC コンバータを制御する制御手段と

を備えたバッテリー用電力回路であって、

上記制御手段は、

上記電動機の回生電力が上記電力変換回路から上記第 1 のエネルギー蓄積源と上記第 2 のエネルギー蓄積源とに充電されるとき、上記第 1 のエネルギー蓄積源の入力電流が上記第 1 のエネルギー蓄積源の許容入力電流以下になるように上記 DC/DC コンバータを制御する DC/DC コンバータ制御手段を有する

ことを特徴とするバッテリー用電力回路。

9. 上記車両の車速を検出する車速センサーと、

上記車両に所望のブレーキ力で制動を掛ける制動指令を発生する制動指令装置と、

上記第 1 のエネルギー蓄積源の端子電圧を検出する第 1 の電圧計と、

を有し、

上記制御手段は、

検出された上記車速と上記ブレーキ力とに基づき、上記電力回生時に上記電動機が発電する回生エネルギーを算出し、上記 DC/DC コンバータで電力変換を行わずに上記回生エネルギーが上記第 1 のエネルギー蓄積源と上記第 2 のエネルギー蓄積源とに充電される入力電流を算出する入力電流算出手段と、

上記第 1 のエネルギー蓄積源の端子電圧に基づいて上記第 1 のエネルギー蓄積源の SOC を求め、上記 SOC に基づき上記第 1 のエネルギー蓄積源の許容入力電流を算出する許容入力電流算出手段と

を有し、

上記電動機の回生電力が上記電力変換回路から上記第 1 のエネルギー蓄積源と

上記第2のエネルギー蓄積源とに充電されるとき、上記DC/DCコンバータ制御手段は、上記入力電流算出手段により得られる入力電流が上記許容入力電流算出手段により得られる許容入力電流より大きい場合、上記第1のエネルギー蓄積源から上記第2のエネルギー蓄積源に電力を変換するように上記DC/DCコンバータを制御することを特徴とする請求項8に記載のバッテリー用電力回路。

10. 上記電動機の回生電力が上記電力変換回路から上記第1のエネルギー蓄積源と上記第2のエネルギー蓄積源とに充電されるとき、上記DC/DCコンバータ制御手段は、上記入力電流算出手段により得られる入力電流が上記許容入力電流算出手段により得られる許容入力電流以下の場合、上記第2のエネルギー蓄積源から上記第1のエネルギー蓄積源に電力を変換するように上記DC/DCコンバータを制御することを特徴とする請求項9に記載のバッテリー用電力回路。

11. 上記車両の車速を検出する車速センサーと、  
上記車両に所望のブレーキ力で制動を掛ける制動指令を発生する制動指令装置と、  
上記第1のエネルギー蓄積源の端子電圧を検出する第1の電圧計と、

を有し、

上記制御手段は、

検出された上記車速と上記ブレーキ力とに基づき、上記電力回生時に上記電動機が発電する回生エネルギーを算出し、上記DC/DCコンバータで電力変換を行わずに上記回生エネルギーが上記第1のエネルギー蓄積源と上記第2のエネルギー蓄積源とに充電される入力電流を算出する入力電流算出手段を有し、

上記電動機の回生電力が上記電力変換回路から上記第1のエネルギー蓄積源と上記第2のエネルギー蓄積源とに充電されるとき、上記DC/DCコンバータ制御手段は、上記入力電流算出手段により得られる入力電流があらかじめ設定した所定値より大きい場合、上記第1のエネルギー蓄積源から上記第2のエネルギー蓄積源に電力を変換するように、上記入力電流算出手段により得られる入力電流があらかじめ設定した所定値以下の場合、上記第2のエネルギー蓄積源から上記第1のエネルギー蓄積源に電力を変換するように上記DC/DCコンバータを制

御することを特徴とする請求項 8 に記載のバッテリー用電力回路。

12. 上記第 2 のエネルギー蓄積源の端子電圧を検出する第 2 の電圧計と、  
上記車両の車軸に連結し、上記車軸の回転を機械的に制動するブレーキ機構と、  
を有し、

上記制御手段は、

上記第 1 のエネルギー蓄積源から上記第 2 のエネルギー蓄積源に上記 DC/DC  
コンバータで最大に電力変換するとき、上記第 1 のエネルギー蓄積源の端子電  
圧と上記第 2 のエネルギー蓄積源の端子電圧に基づき、上記第 1 のエネルギー蓄  
積源と上記第 2 のエネルギー蓄積源とに回生できる回生可能電力を算出する回生  
可能電力算出手段と、

上記入力電流算出手段により得られる回生エネルギーが上記回生可能電力より  
大きいとき、上記回生エネルギーと上記回生可能電力との差分から機械ブレーキ  
操作量を算出し、上記機械ブレーキ操作量に基づいて上記ブレーキ機構を制御す  
る機械ブレーキ制御手段と

を有することを特徴とする請求項 9 ないし 11 のいずれか 1 項に記載のバッテ  
リ用電力回路。

13. 上記第 2 のエネルギー蓄積源は、コンデンサからなり、

上記電動機の回生電力が上記電力変換回路から上記第 1 のエネルギー蓄積源と  
上記コンデンサとに充電されるとき、上記 DC/DC コンバータ制御手段は、上  
記コンデンサの許容印加電圧以下になるように上記 DC/DC コンバータを制御  
することを特徴とする請求項 12 に記載のバッテリー用電力回路。

図 1

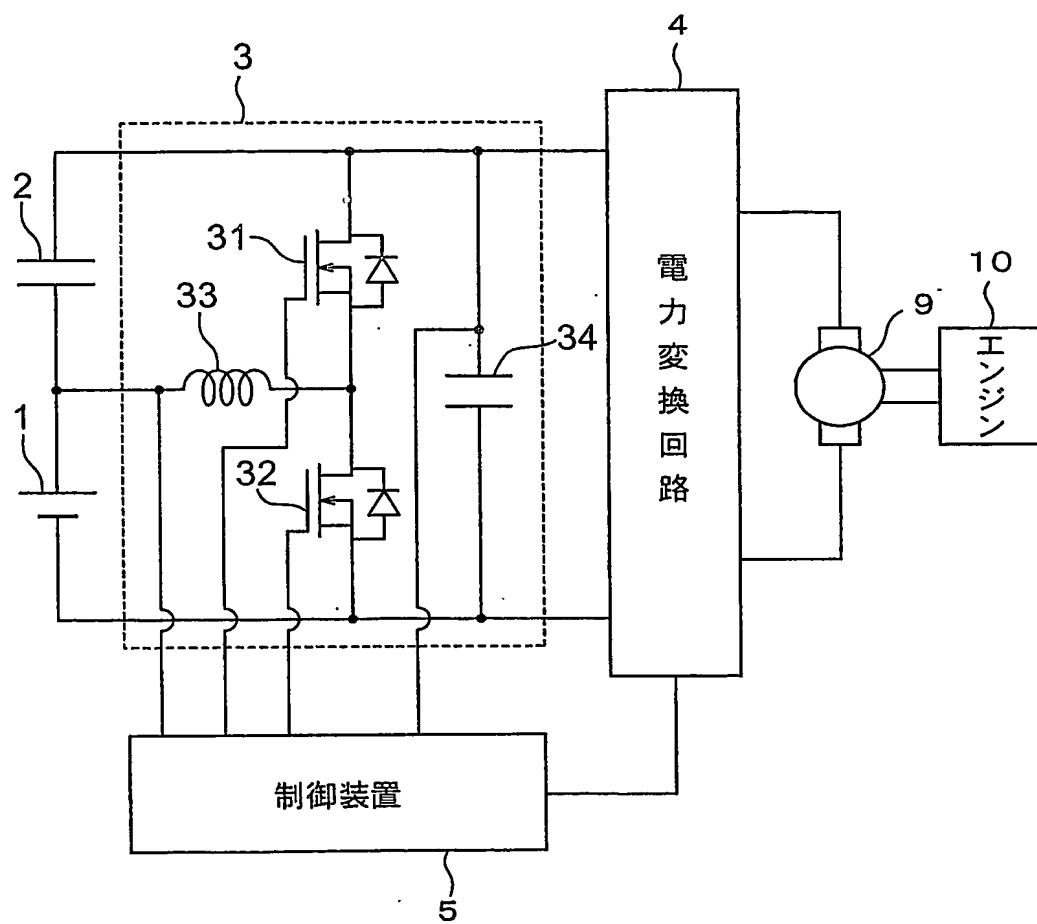


図 2

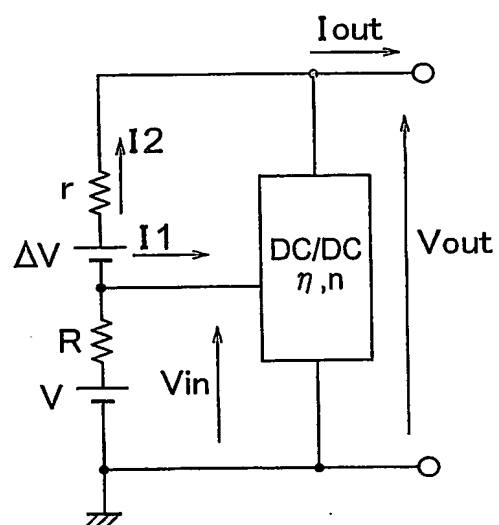


図 3

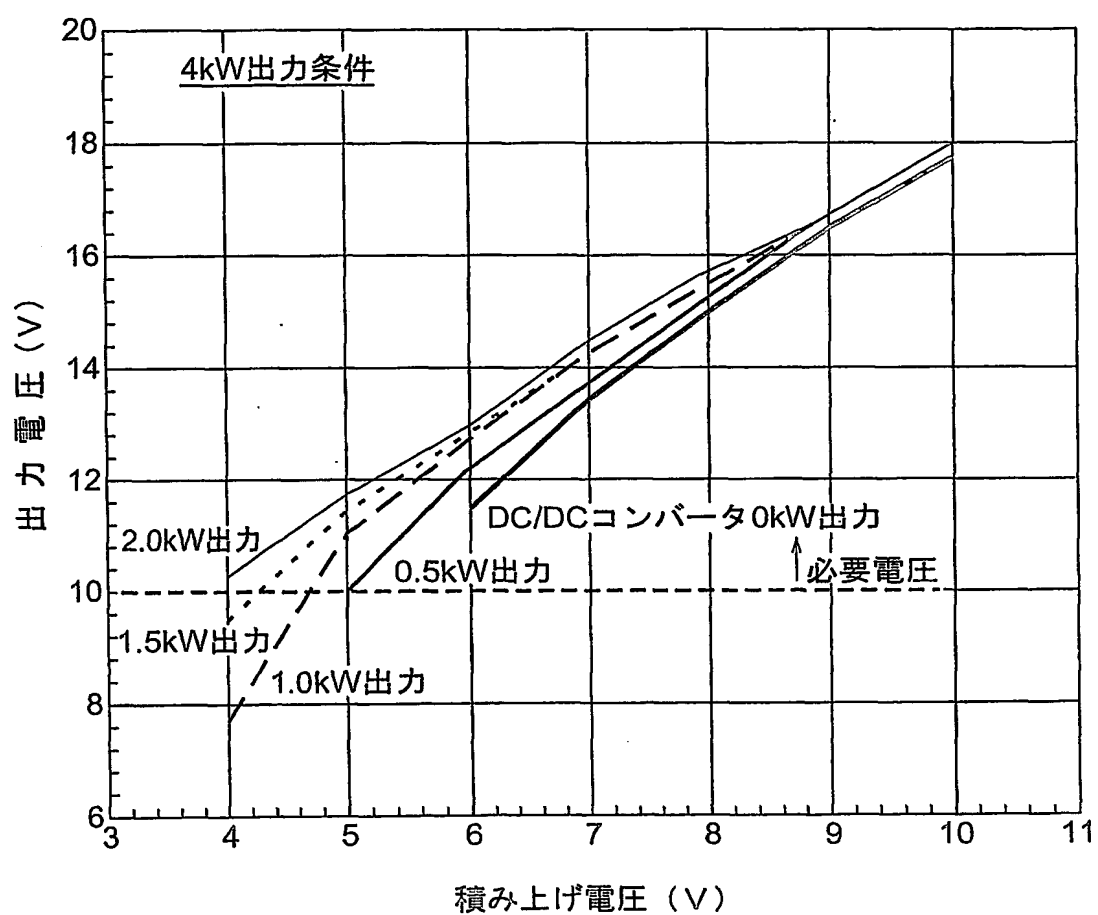


図 4

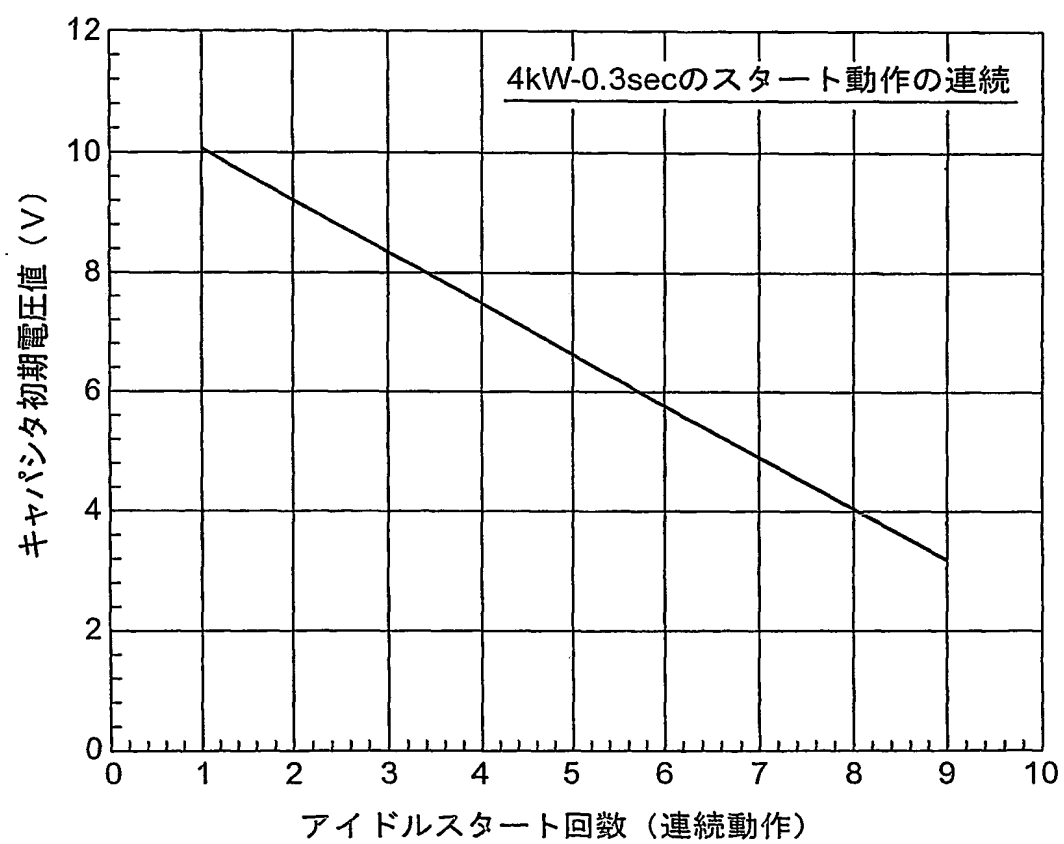


図 5

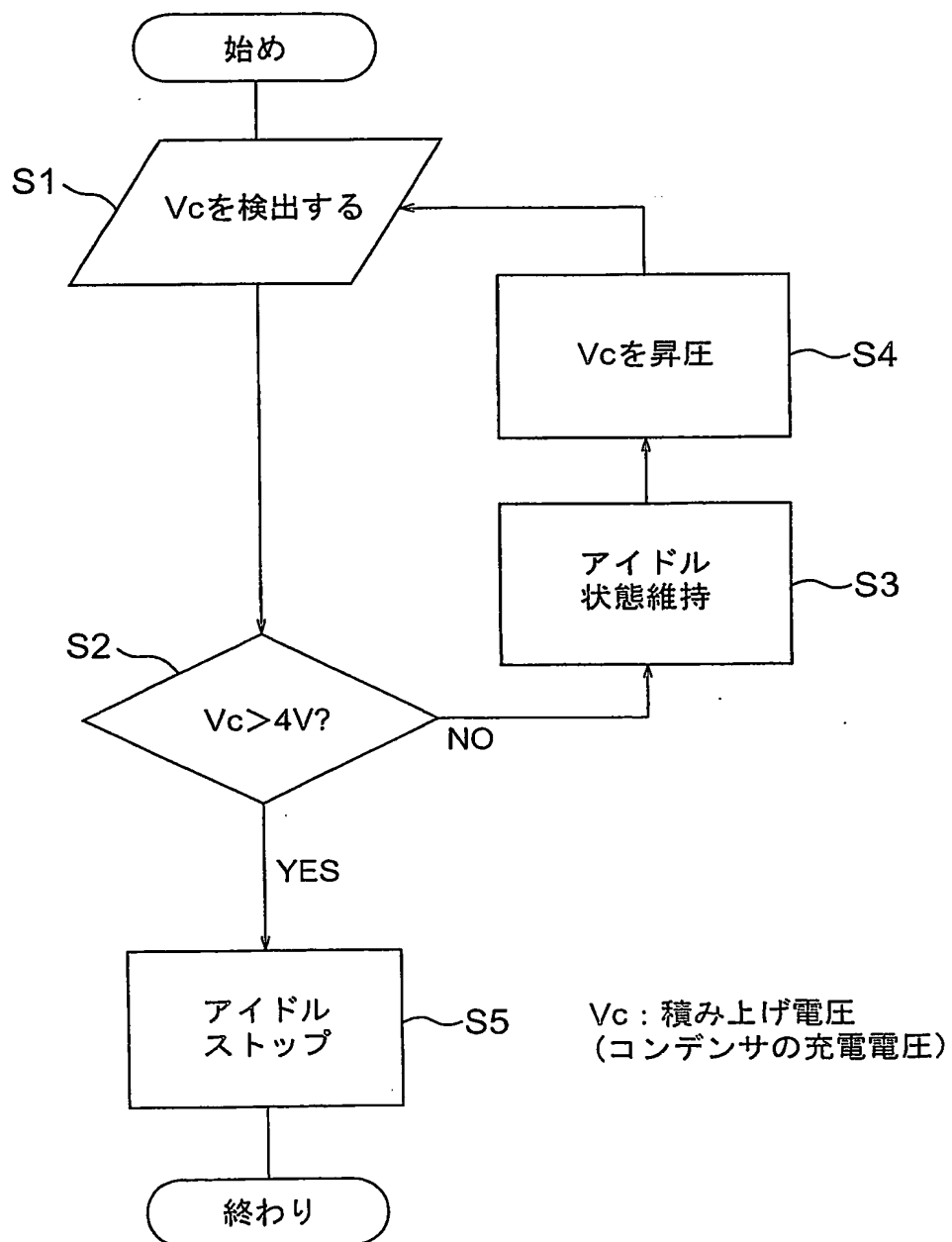




図 6

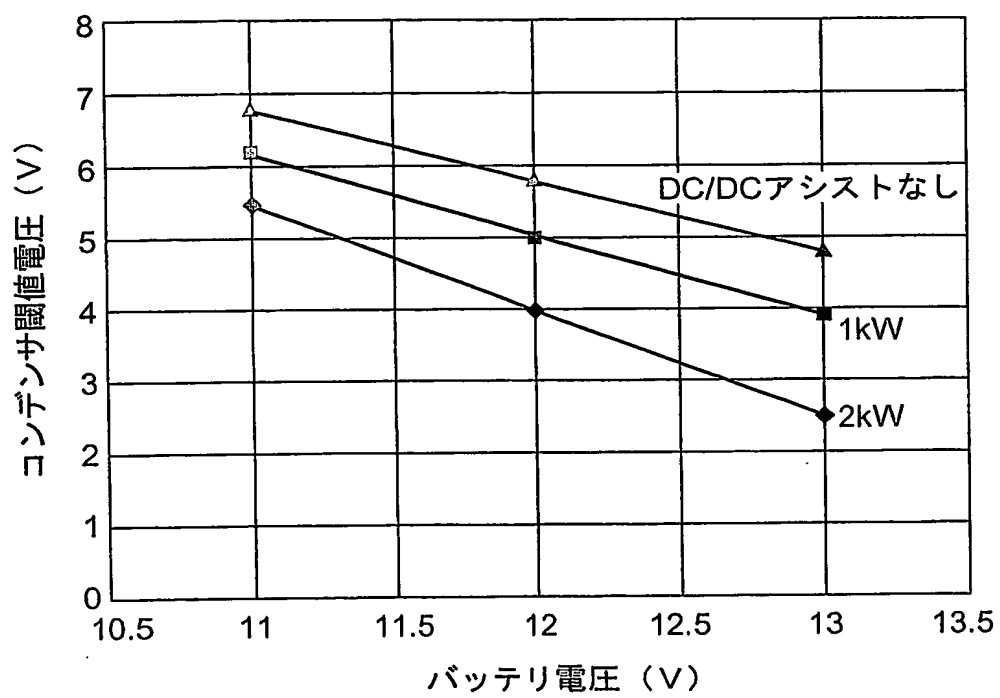


図 7

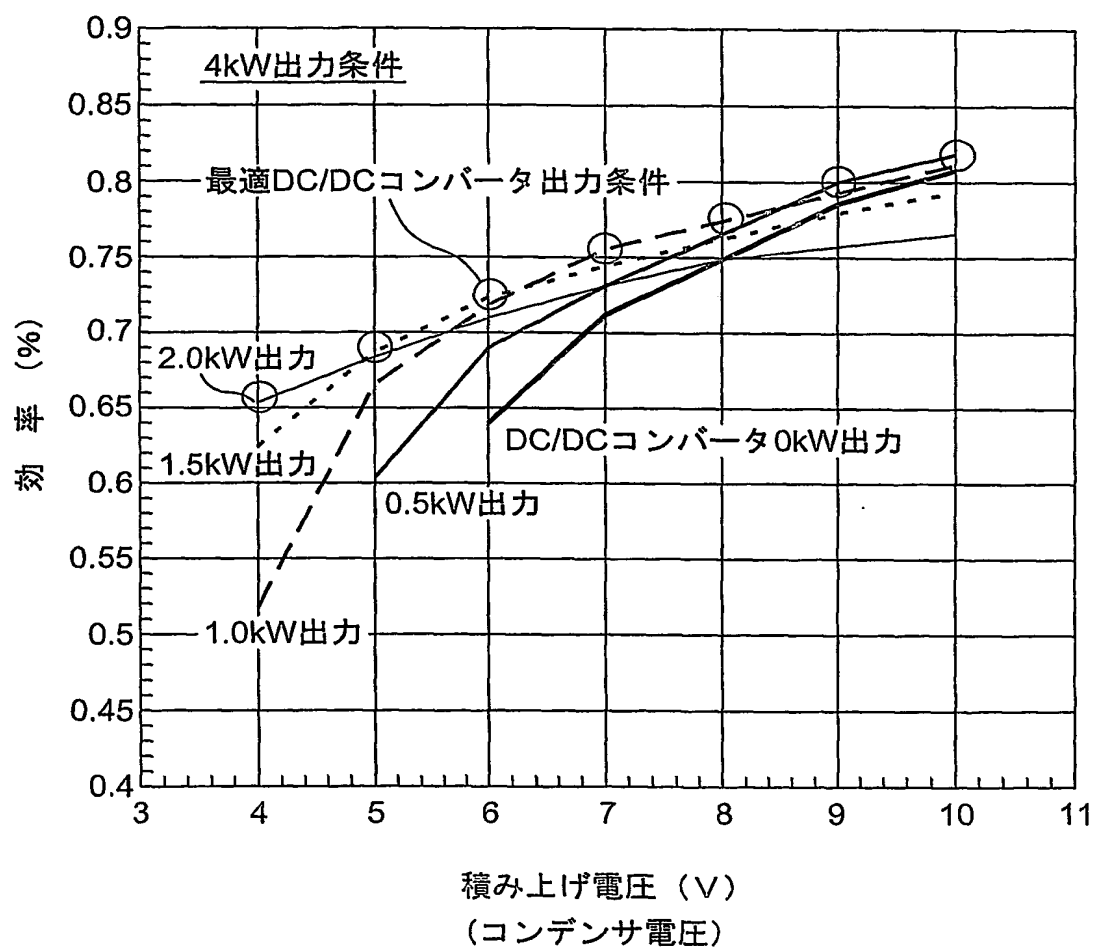


図 8

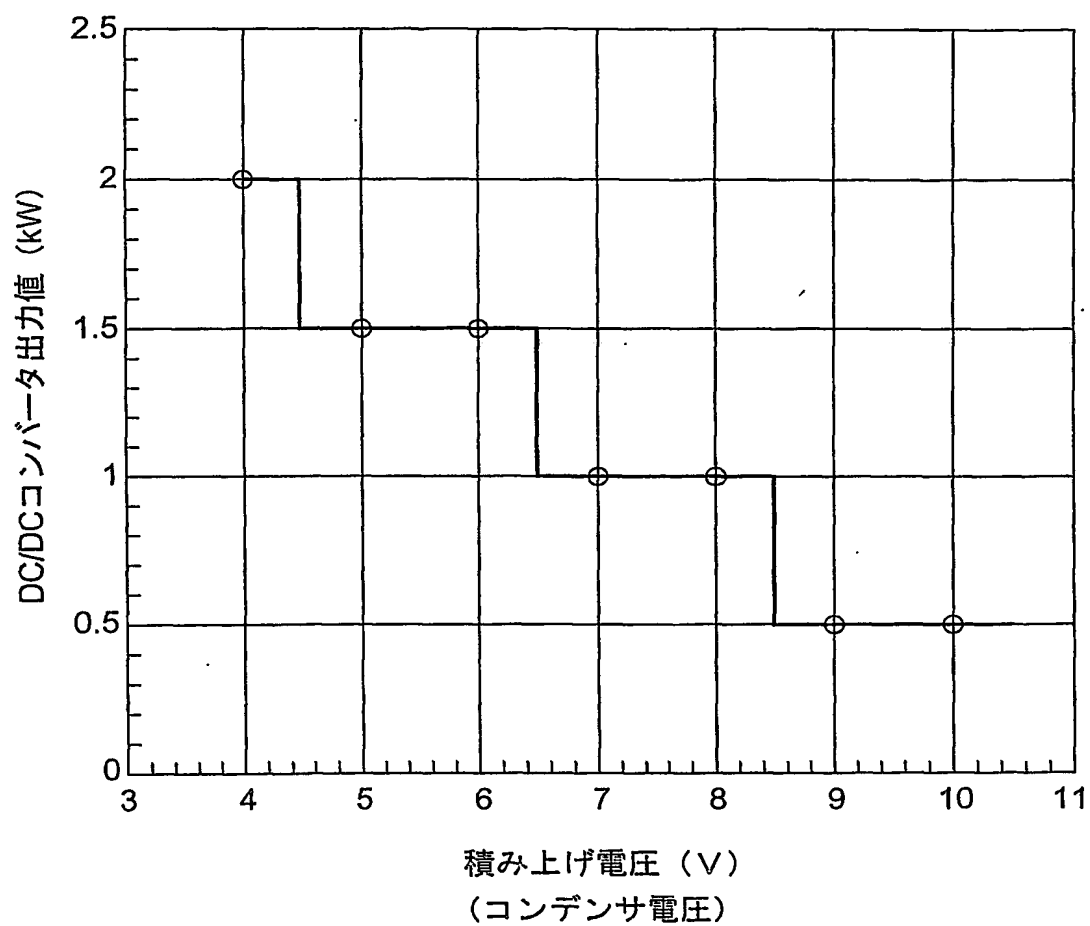


図 9

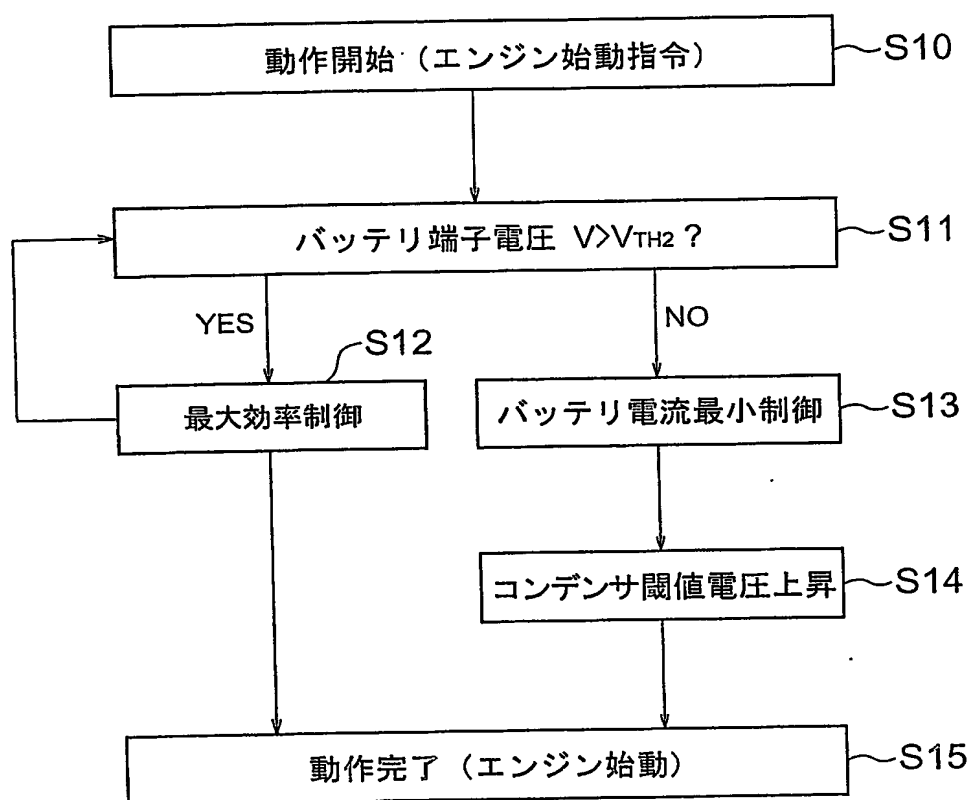


図 10

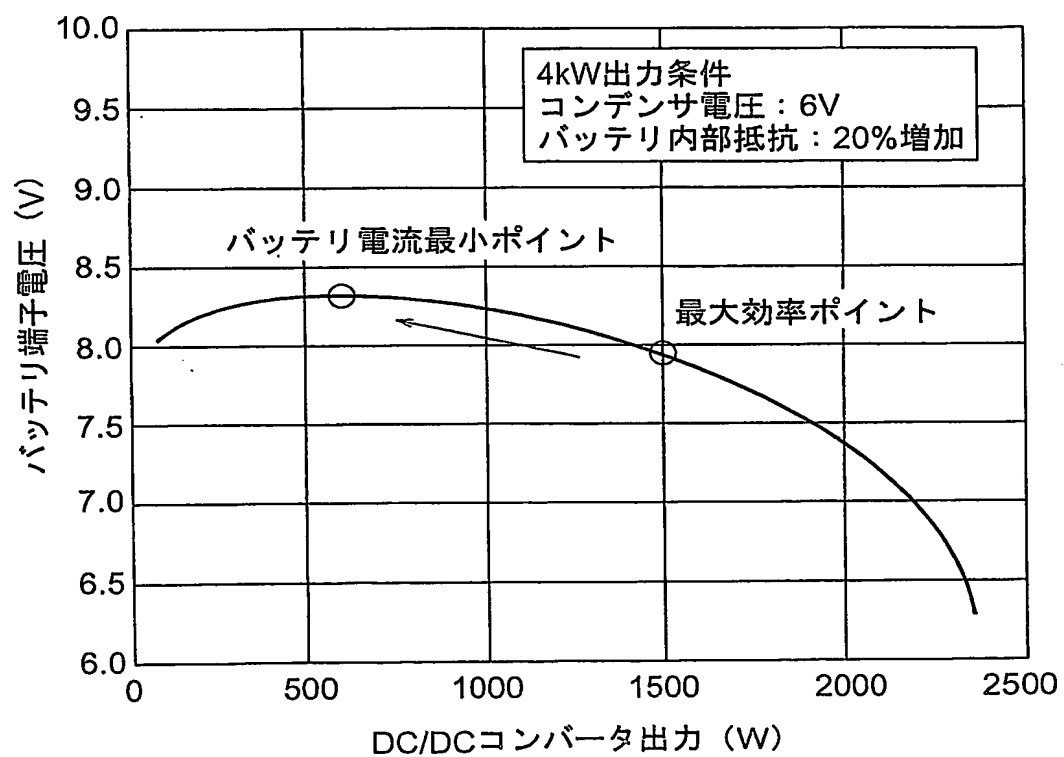


図 11

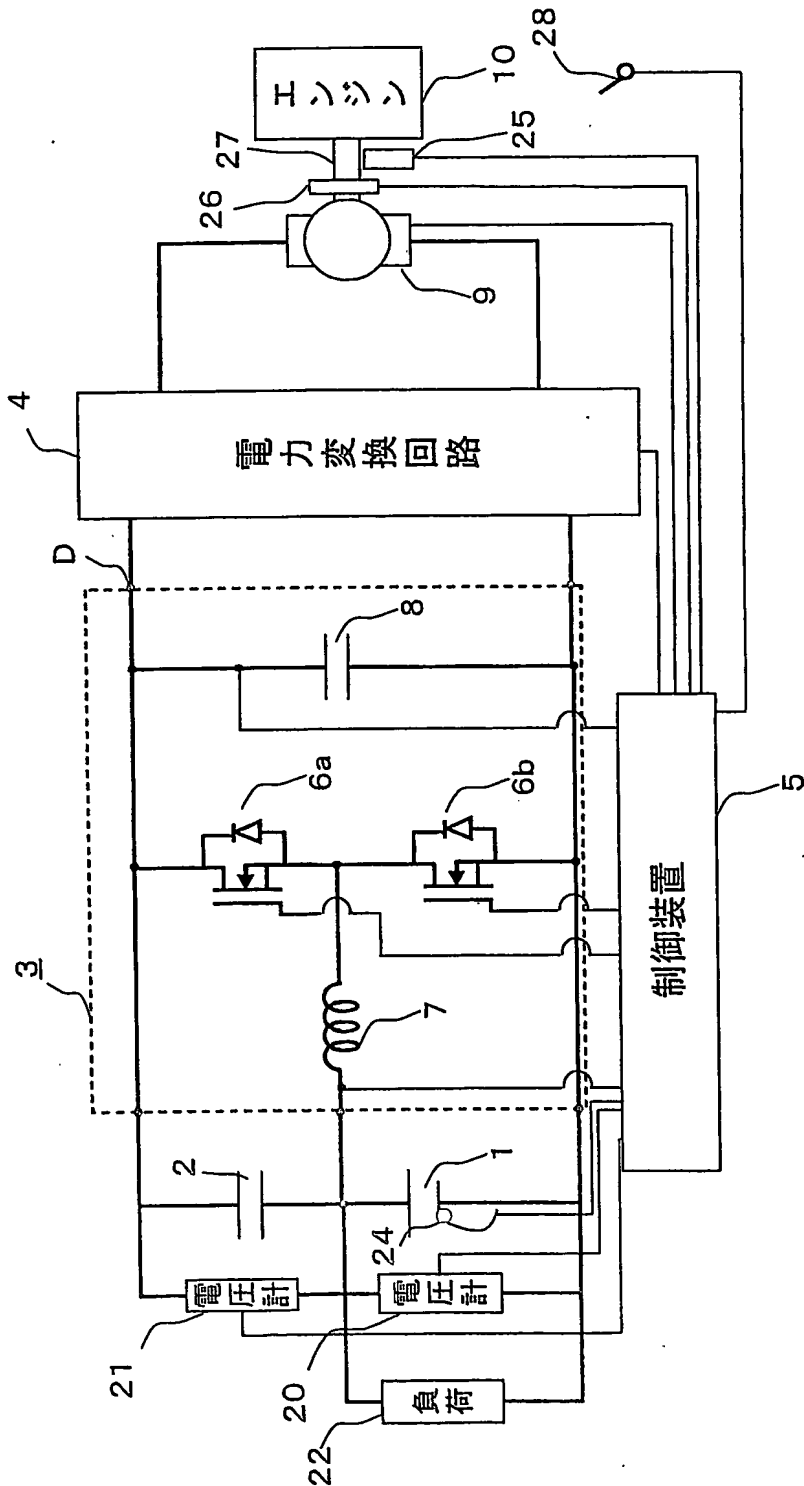


図 12

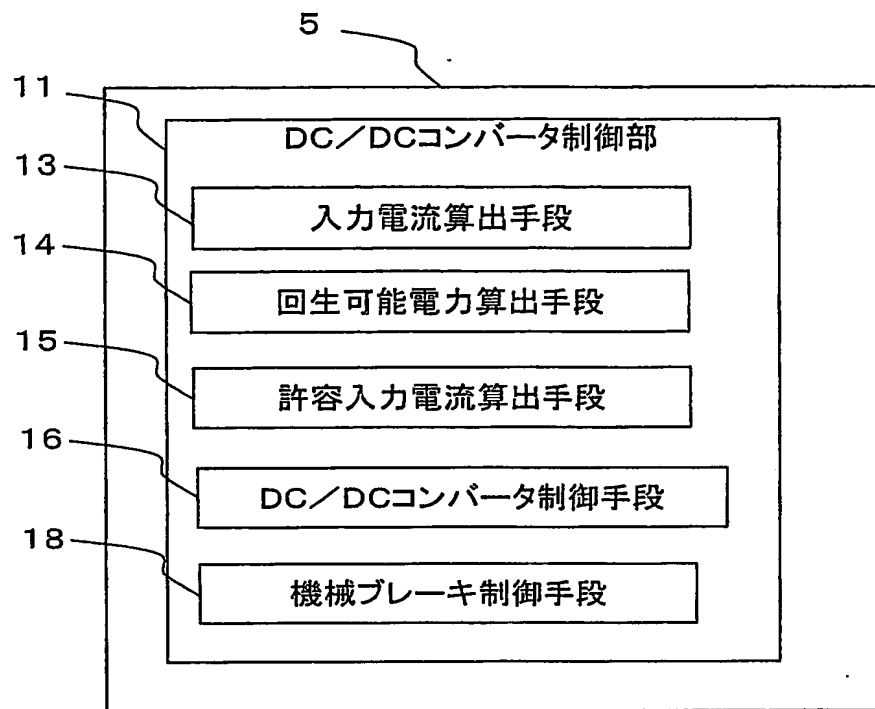


図 13

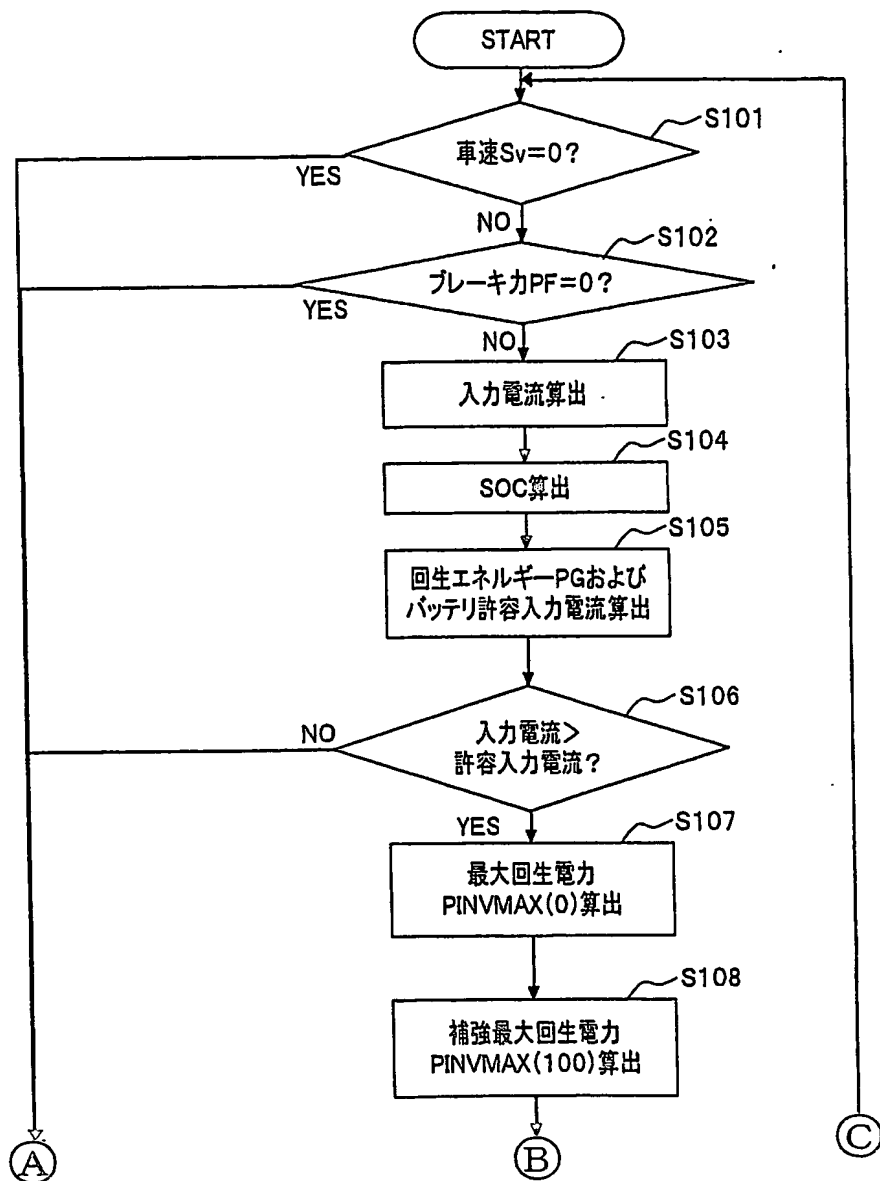




図 14

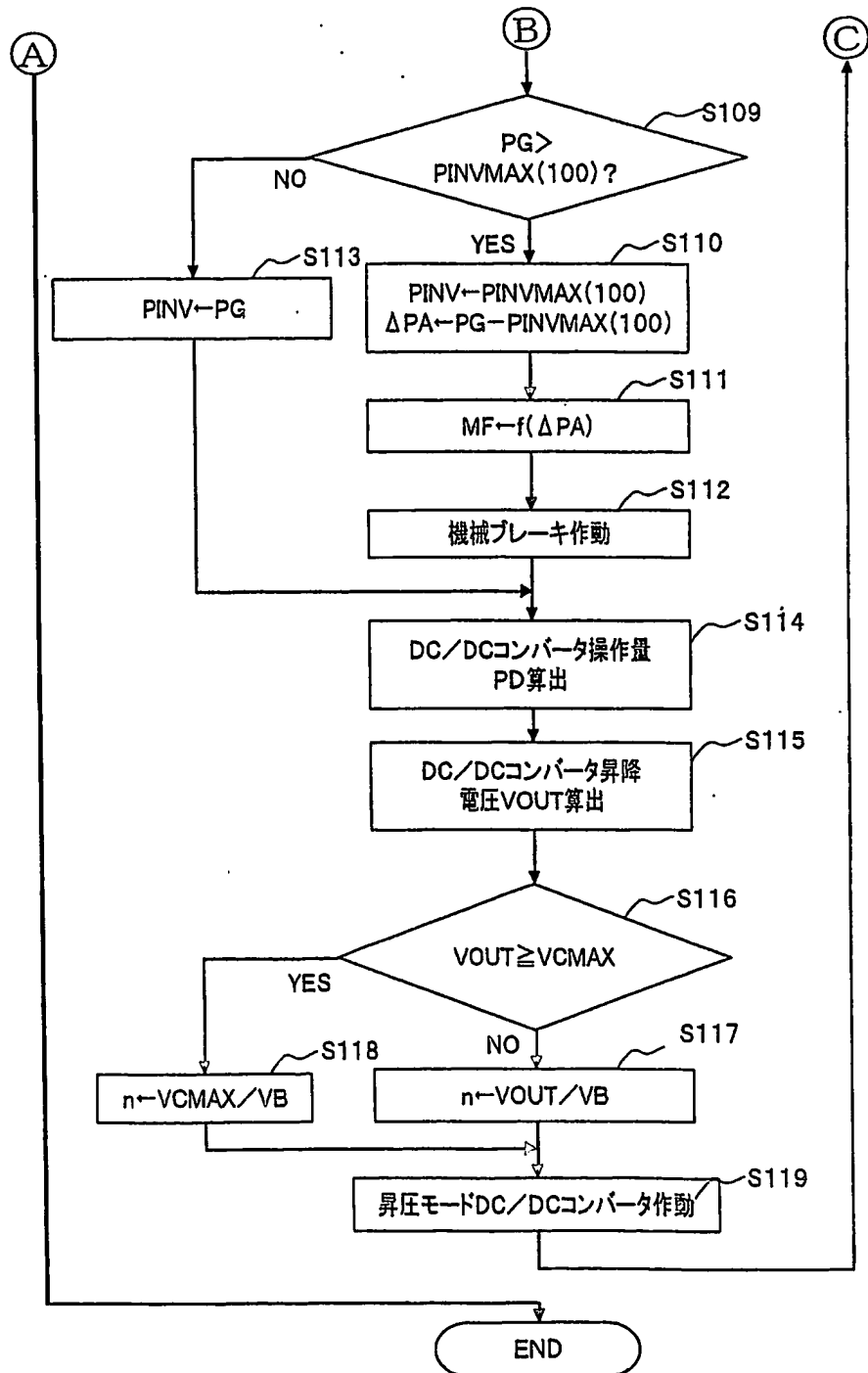


図 15

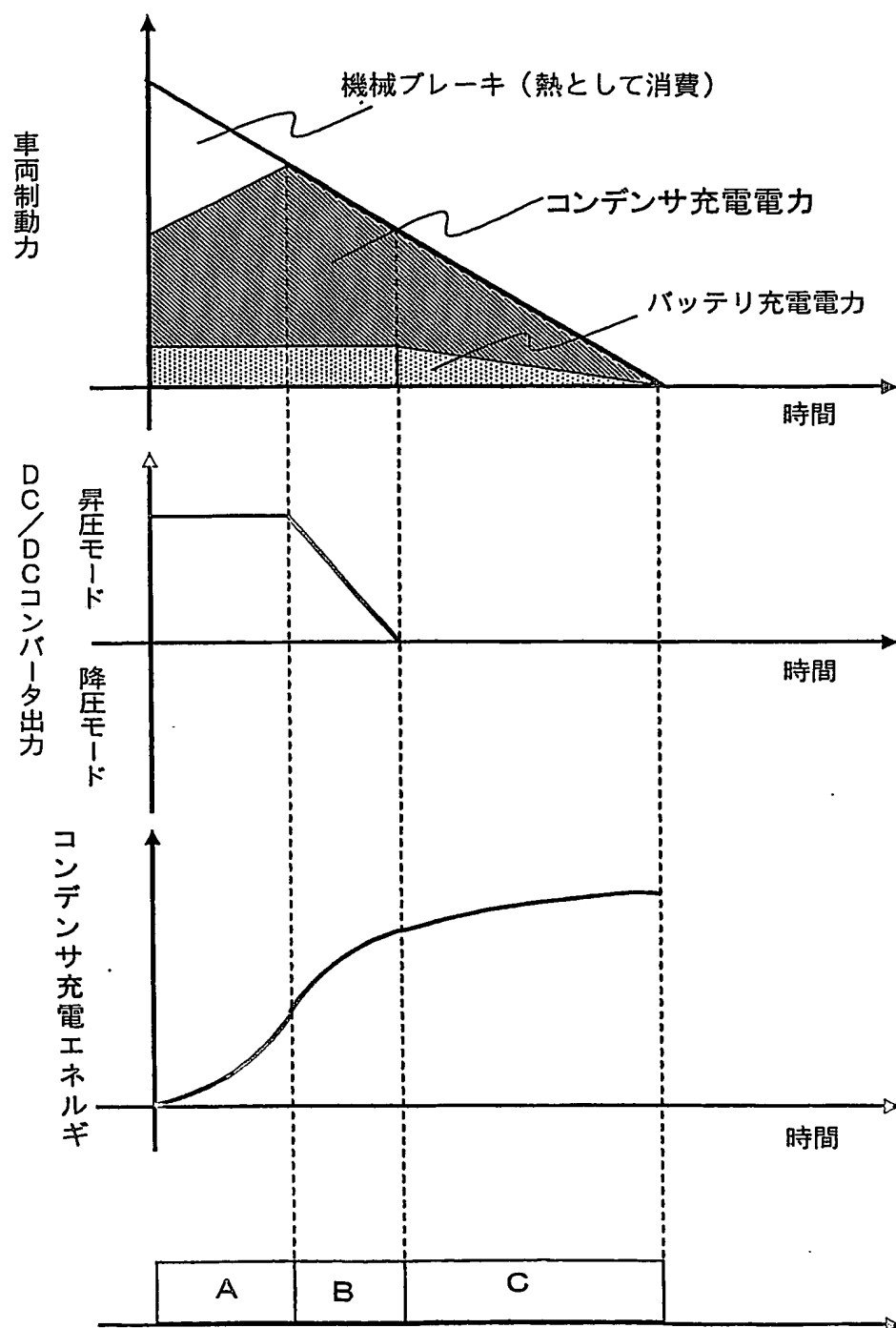


図 16

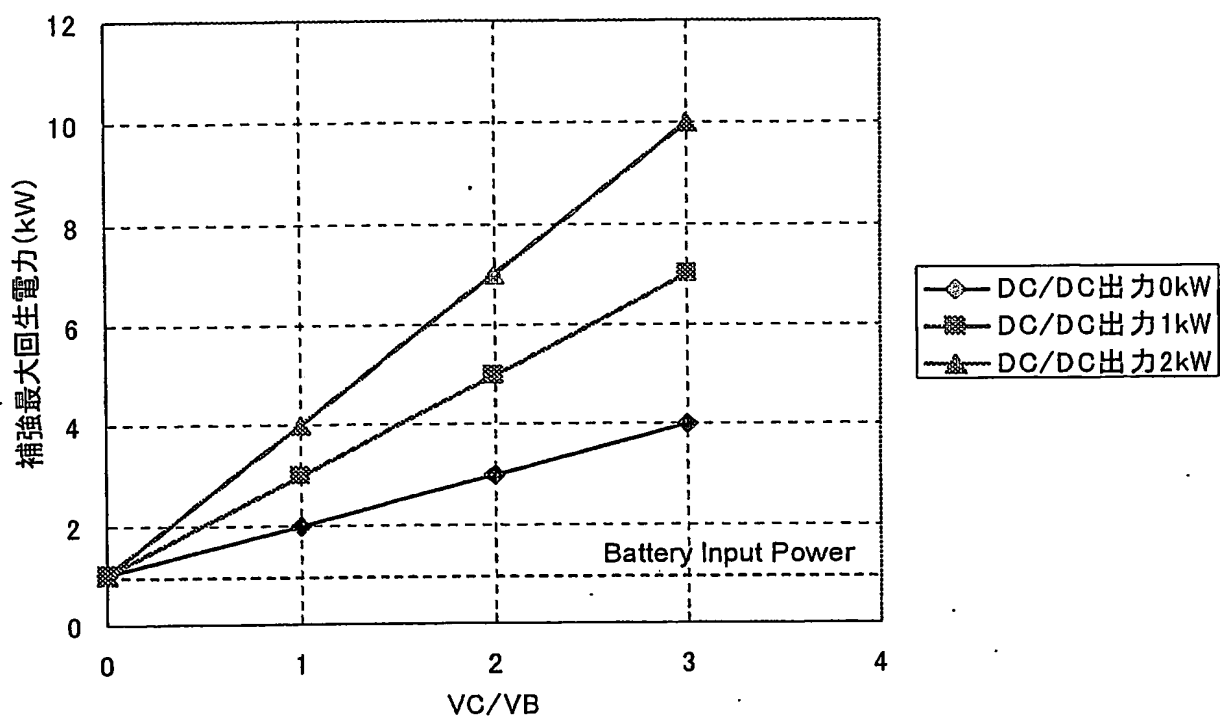


図 17

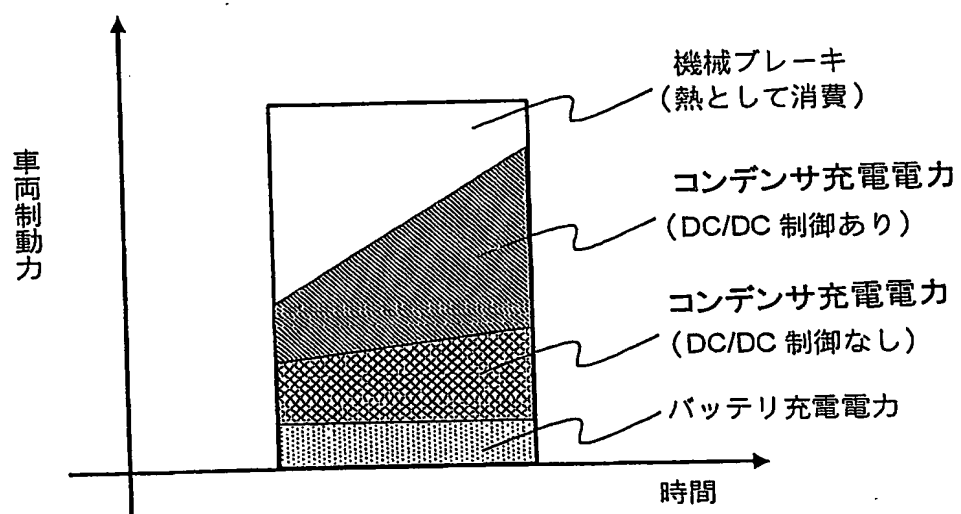


図 18

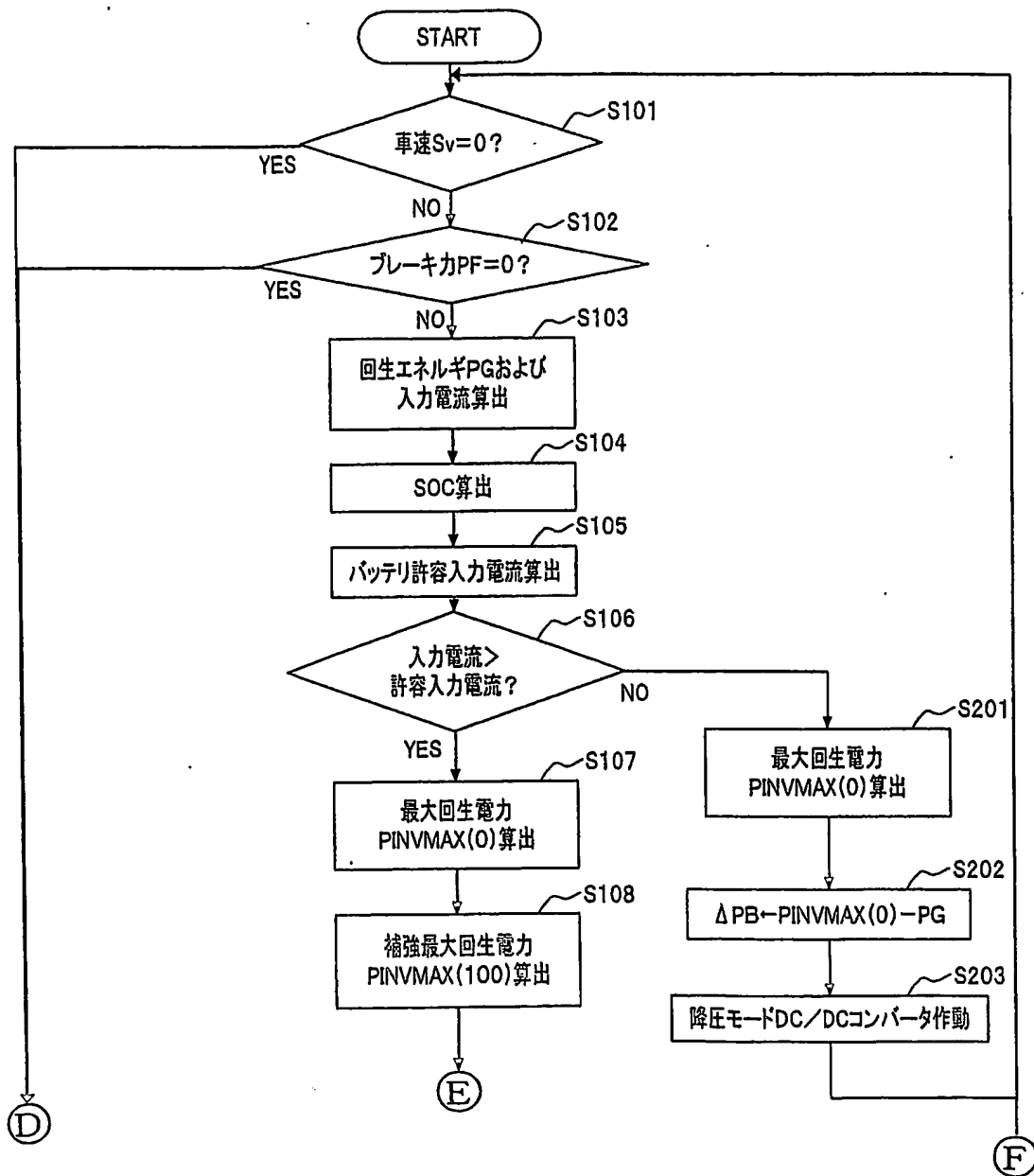


図 19

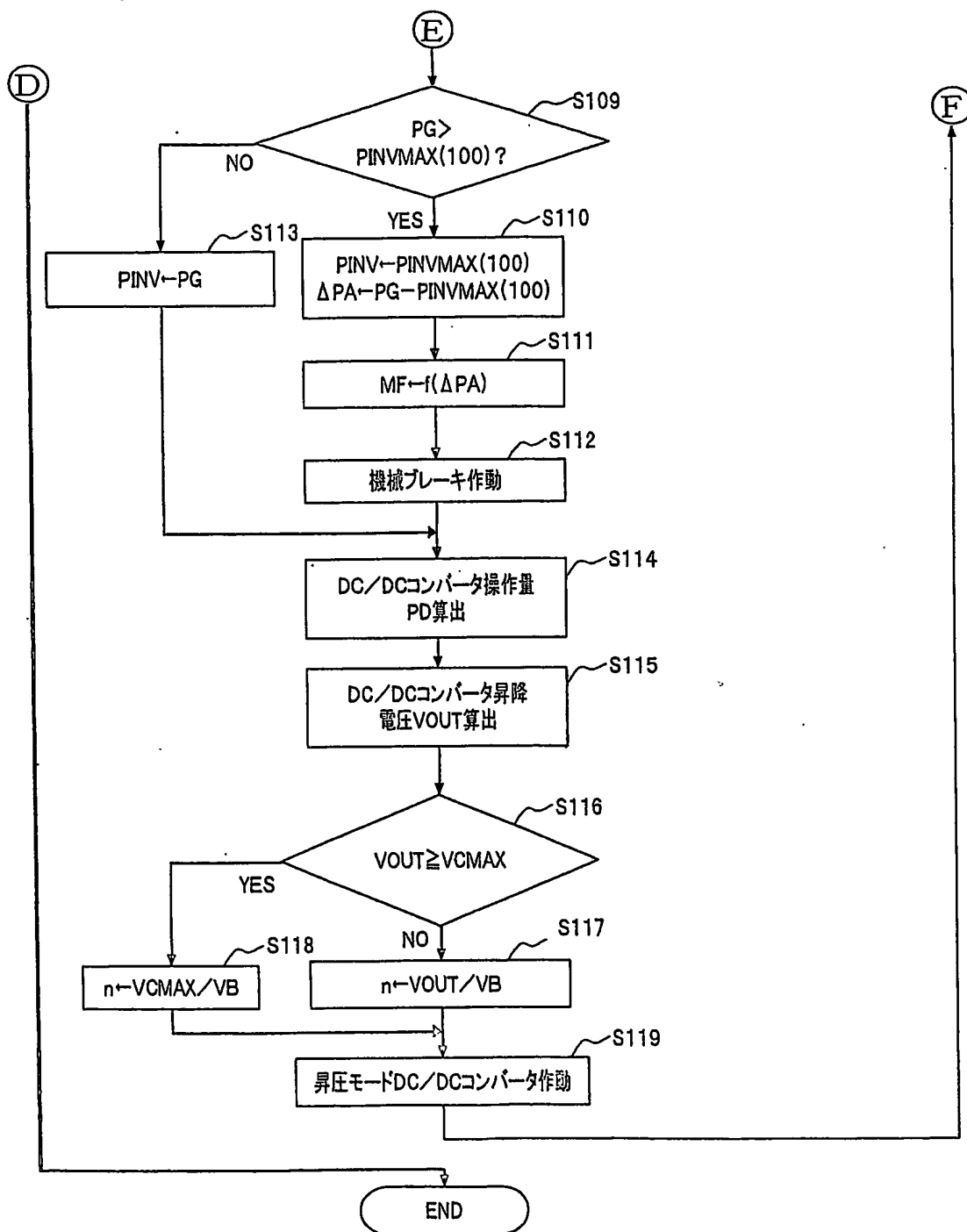


図 20

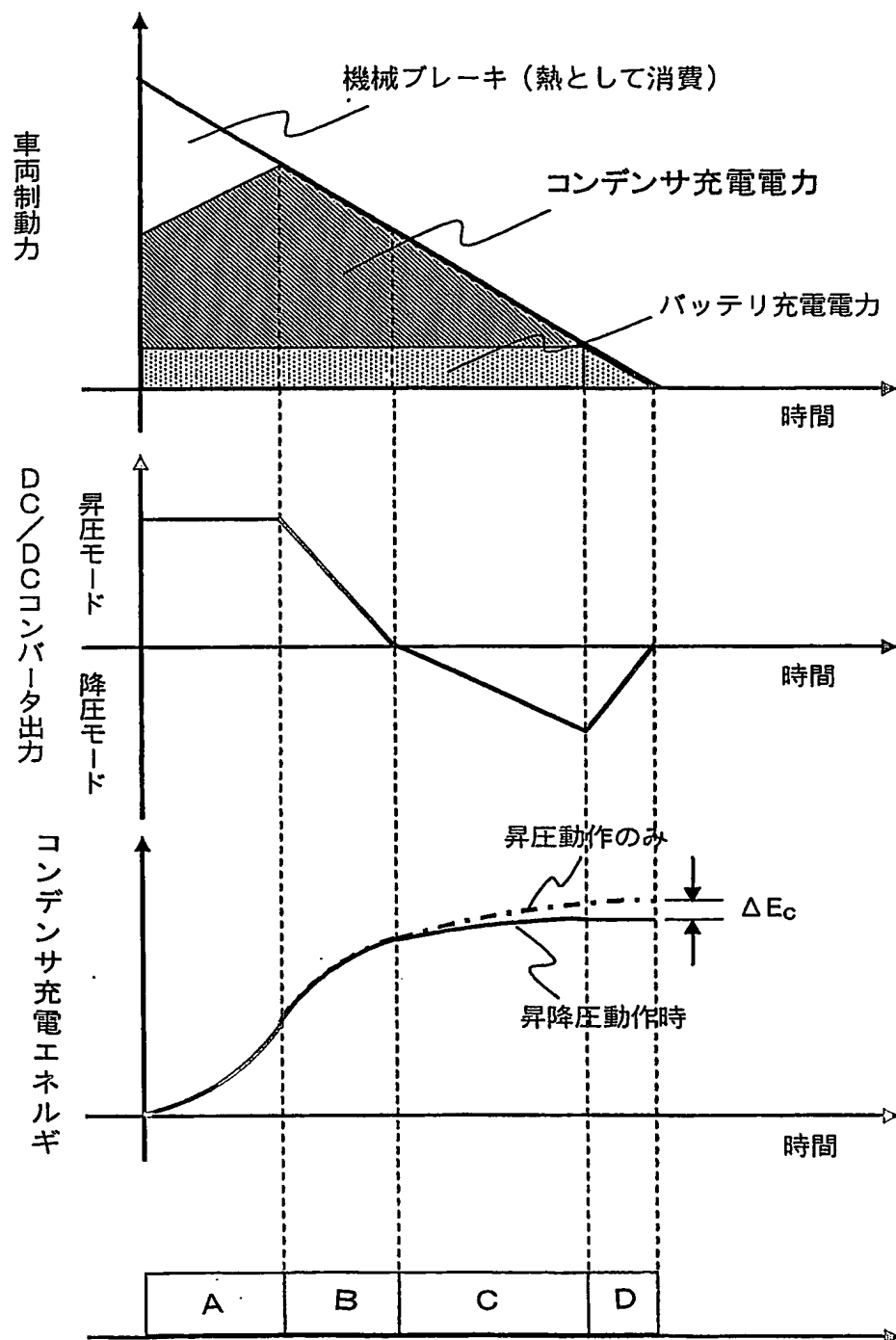


図 21

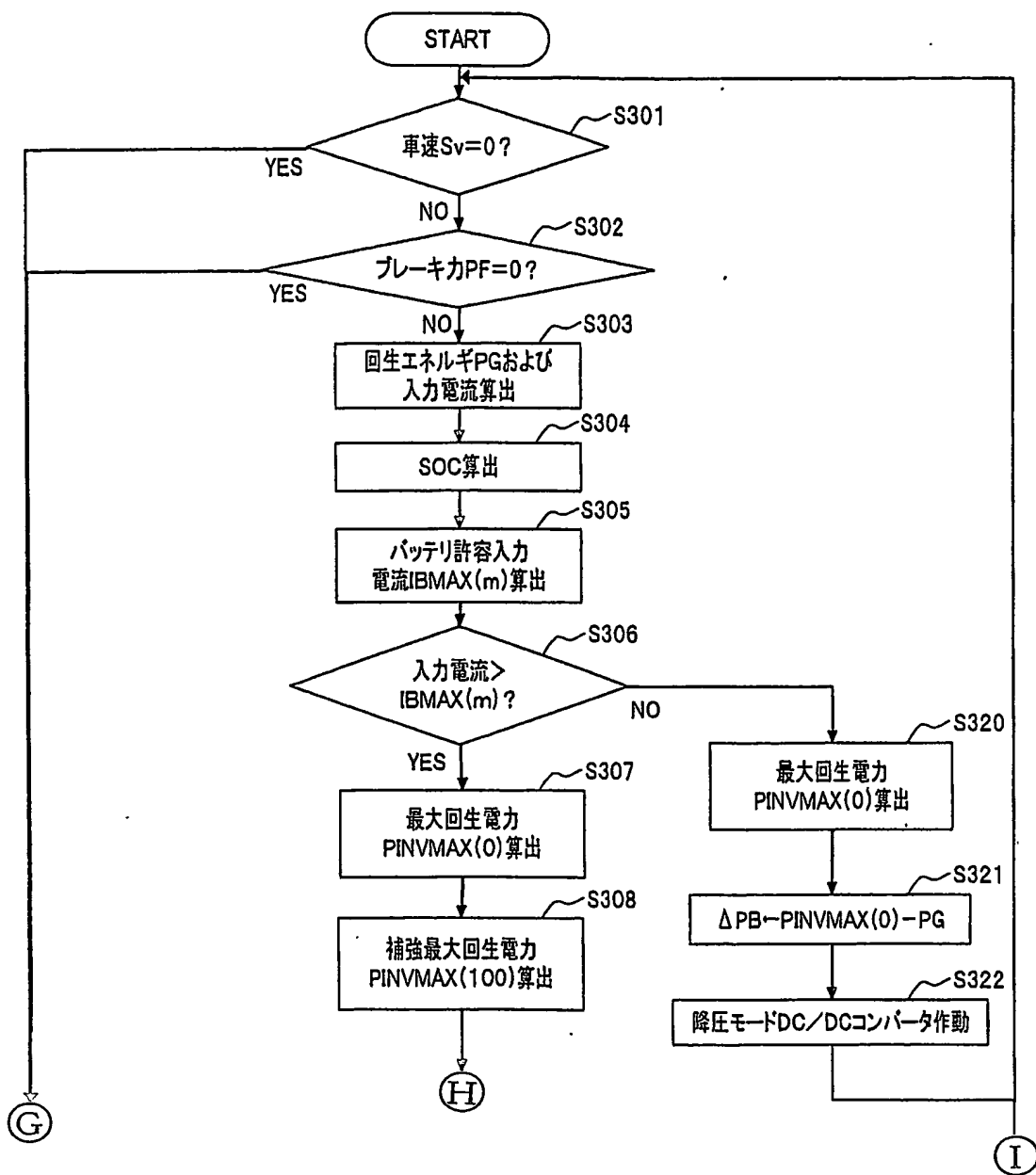




図 2 2

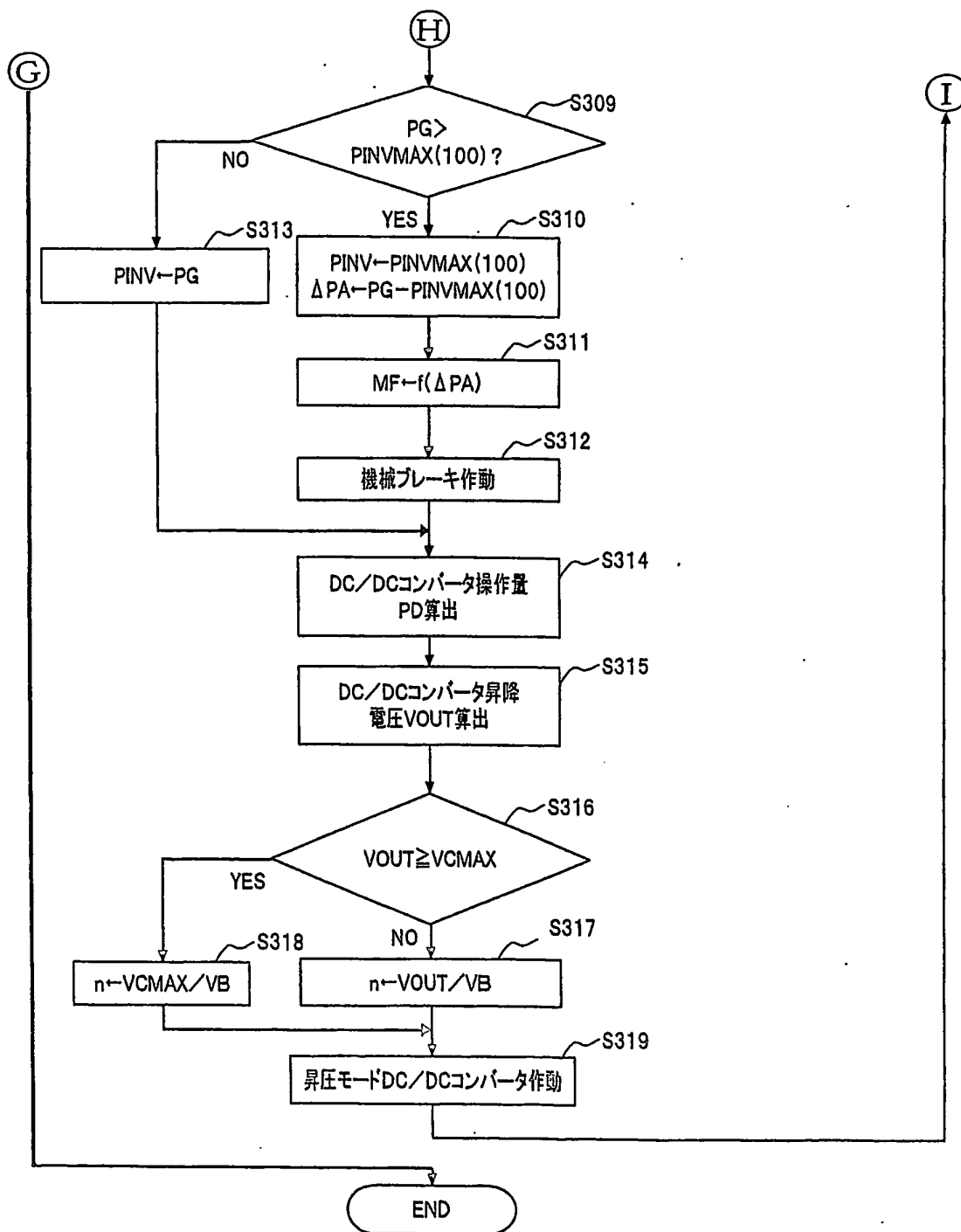
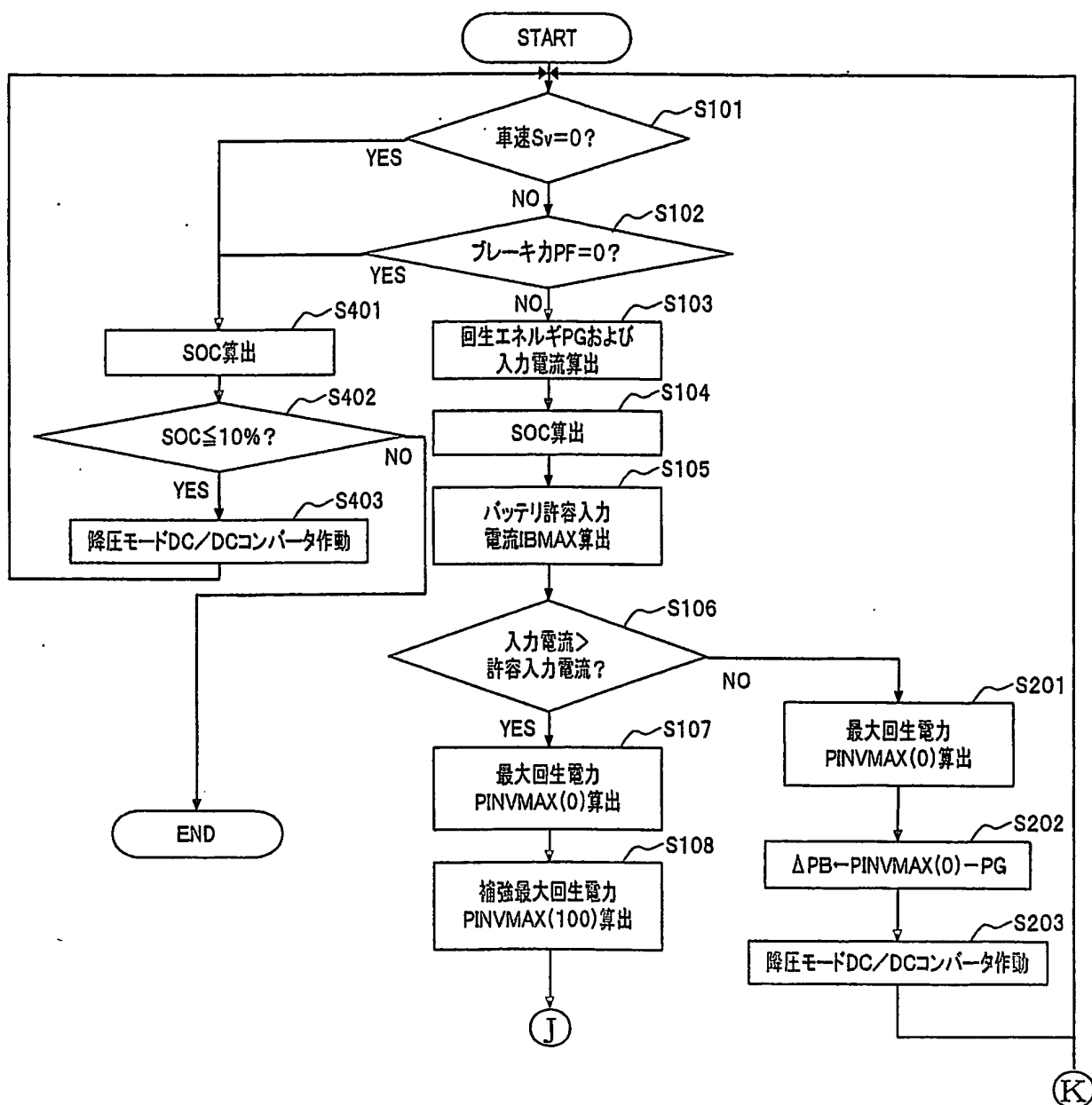
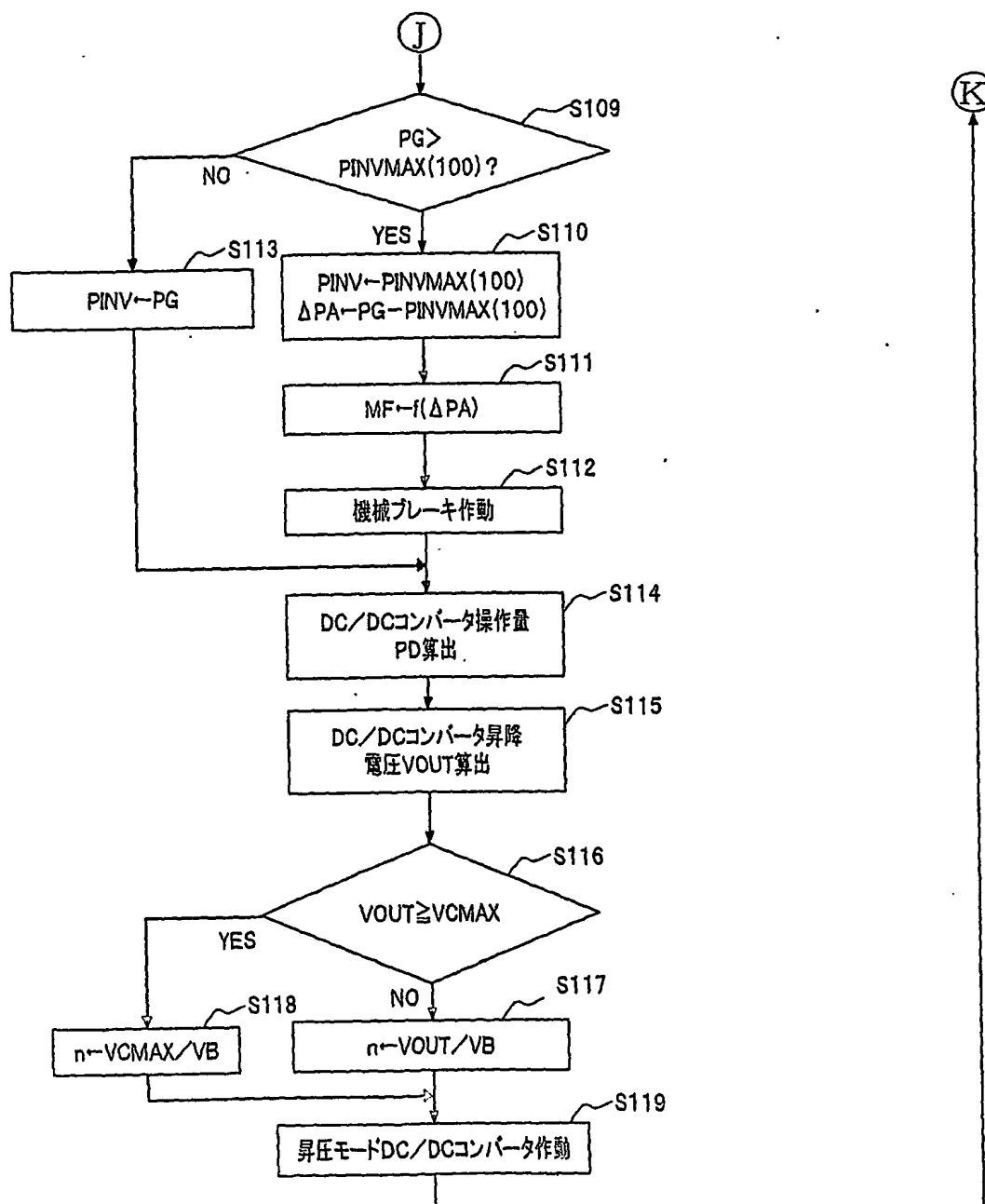


図 23



## 図 24



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/14664

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl<sup>7</sup> H02J7/00, H02J7/02, F02D29/02, F02D29/06, F02D45/00,  
B60L11/18, B60T8/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> H02J7/00, H02J7/02, F02D29/02, F02D29/06, F02D45/00,  
B60L11/18, B60T8/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2002-218667 A (Mitsubishi Electric Corp.), 02 August, 2002 (02.08.02), Par. Nos. [0034] to [0038]; Figs. 7, 8 (Family: none)	1, 5 2-4, 6-13
X A	JP 2002-330545 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 15 November, 2002 (15.11.02), Par. Nos. [0124] to [0131]; Figs. 16, 17 (Family: none)	1, 5 2-4, 6-13
A	JP 2000-354303 A (The Chugoku Electric Power Co., Inc.), 19 December, 2000 (19.12.00), Full text (Family: none)	1-13

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
 "A" document defining the general state of the art which is not  
 considered to be of particular relevance  
 "E" earlier document but published on or after the international filing  
 date  
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is  
 cited to establish the publication date of another citation or other  
 special reason (as specified)  
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other  
 means  
 "P" document published prior to the international filing date but later  
 than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or  
 priority date and not in conflict with the application but cited to  
 understand the principle or theory underlying the invention  
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
 considered novel or cannot be considered to involve an inventive  
 step when the document is taken alone  
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be  
 considered to involve an inventive step when the document is  
 combined with one or more other such documents, such  
 combination being obvious to a person skilled in the art  
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
28 January, 2004 (28.01.04)

Date of mailing of the international search report  
10 February, 2004 (10.02.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/14664

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 07-095701 A (Toshiba Corp.), 07 April, 1995 (07.04.95), Full text (Family: none)	1-13
A	JP 2753907 B2 (Equos Research Co., Ltd.), 06 March, 1998 (06.03.98), Full text & US 5412293 A	1-13
P,X P,A	JP 2003-148310 A (Denso Corp.), 21 May, 2003 (21.05.03), Claims; Fig. 3 & FR 2829308 A1	1-3 4-13

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/JP03/14664

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

As explained in the extra sheet, the present international application includes three inventions which do not satisfy the requirement of unity of invention.

Main invention: claims 1-4, 7

Second invention: claims 5, 6

Third invention: claims 8-13

(Continued to extra sheet)

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
  
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
  
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No. II of continuation of first sheet(1)

The main invention has a "special technical feature" relating to that "among the first and second energy accumulation source of the series-connected power source, voltage of the energy accumulation source arranged at a higher voltage side is detected and if the detected voltage is smaller than a first threshold value, the energy accumulation source arranged at the higher voltage side is charged by the DC/DC converter."

The second invention has a "special technical feature" relating to that "when starting a motor which is in a stop state, among the first and the second energy accumulation source of the series-connected power source, voltage of the energy accumulation source arranged at a higher voltage side is detected and the output power of the DC/DC converter is adjusted according to the voltage value detected."

The third invention has a "special technical feature" relating to that "when the regenerative power of the motor is charged by the first energy accumulation source and the second energy accumulation source from the power conversion circuit, the DC/DC converter control means controls the DC/DC converter so that the input current of the first energy accumulation source is not greater than the allowable input current of the first energy accumulation source."

There is no technical relationship among those inventions involving one or more of the same or corresponding technical features including the special technical feature. Accordingly, these inventions are not so linked as to form a single general inventive concept.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02J 7/00, H02J 7/02, F02D29/02, F02D29/06  
F02D45/00, B60L11/18, B60T 8/00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>7</sup> H02J 7/00, H02J 7/02, F02D29/02, F02D29/06  
F02D45/00, B60L11/18, B60T 8/00

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
日本国登録実用新案公報 1994-2004年  
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

## 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	J P 2002-218667 A (三菱電機株式会社) 2002.08.02, 【0034】-【0038】、【図7】、【図8】 (ファミリーなし)	1, 5 2-4, 6-13
X A	J P 2002-330545 A (日産自動車株式会社) 2002.11.15, 【0124】-【0131】、【図16】、【図17】 (ファミリーなし)	1, 5 2-4, 6-13

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.01.04

国際調査報告の発送日

10.2.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

西山 昇

印

5 T

3053

電話番号 03-3581-1101 内線 3568



C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2 0 0 0 - 3 5 4 3 0 3 A (中国電力株式会社) 2 0 0 0 . 1 2 . 1 9 , 全文 (ファミリーなし)	1 - 1 3
A	J P 0 7 - 0 9 5 7 0 1 A (株式会社東芝) 1 9 9 5 . 0 4 . 0 7 , 全文 (ファミリーなし)	1 - 1 3
A	J P 2 7 5 3 9 0 7 B 2 (株式会社エクス・リサーチ) 1 9 9 8 . 0 3 . 0 6 , 全文 & U S 5 4 1 2 2 9 3 A	1 - 1 3
PX PA	J P 2 0 0 3 - 1 4 8 3 1 0 A (株式会社デンソー) 2 0 0 3 . 0 5 . 2 1 , 【特許請求の範囲】、【図3】 & F R 2 8 2 9 3 0 8 A 1	1 - 3 4 - 1 3

## 第Ⅰ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (P C T 1 7 条 (2) (a)) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であって P C T 規則 6. 4 (a) の第 2 文及び第 3 文の規定に従って記載されていない。

## 第Ⅱ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

特別ページに示す理由により、この国際出願は発明の単一性の要件を満たさない3つの発明を含む。

主発明 : 「請求の範囲 1 - 4、7」

第2発明 : 「請求の範囲 5、6」

第3発明 : 「請求の範囲 8 - 13」

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあった。
- ☒ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがなかった。

主発明の「特別な技術的特徴」は、「上記直列接続電源の第1および第2のエネルギー蓄積源のうち、高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源の電圧を検知し、検知した電圧が所定の第1の閾値電圧より小さい場合は上記DC/DCコンバータにより、上記高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源への充電を行うこと」に関するものである。

第2発明の「特別な技術的特徴」は、「停止状態の電動機を始動するときに、上記直列接続電源の第1及び第2のエネルギー蓄積源のうち、高電圧側に配置されたエネルギー蓄積源の電圧を検知し、検知した電圧値に応じて上記DC/DCコンバータの出力電力を調整すること」に関するものである。

そして、第3発明の「特別な技術的特徴」は、「上記電動機の回生電力が上記電力変換回路から上記第1のエネルギー蓄積源と上記第2のエネルギー蓄積源とに充電されるとき、上記第1のエネルギー蓄積源の入力電流が上記第1のエネルギー蓄積源の許容入力電流以下になるように上記DC/DCコンバータを制御するDC/DCコンバータ制御手段」に関するものである。

これらの発明は、一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係にないから、単一の一般的発明概念を形成するように連関しているものとは認められない。